



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de A Coruña
Grado en Tecnología de la Ingeniería Civil

Anteproyecto de Fin de Grado

“NUEVA CAPTACION DE AGUA EN EL RIO MANDEO E IMPULSION A LA ETAP DE BETANZOS (A CORUÑA)”

NEW WATER CAPTURE IN THE MANDEO RIVER AND IMPULSION TO THE BETANZOS STAGE (A CORUÑA)

Autor: Raúl Pérez Pereira

Tutor: Gonzalo Mosqueira Martínez



INDICE GENERAL

DOCUMENTO Nº1 MEMORIA

1.- MEMORIA DESCRIPTIVA

2.- MEMORIA JUSTIFICATIVA

Anejo nº1: Estudio de demanda

Anejo nº2: Planificación hidrológica

Anejo nº3: Estudio hidrológico

Anejo nº4: Estudio de alternativas

Anejo nº5: Cartografía y topografía

Anejo nº6: Cálculos hidráulicos

Anejo nº7: Captación y aplicaciones de los desagües

Anejo nº8: Geología y geotecnia

Anejo nº9: Estudio de impacto ambiental

Anejo nº10: Expropiaciones

Anejo nº11: Serivicios afectados

Anejo nº12: Planeamiento urbanístico

DOCUMENTO Nº2: PLANOS

1.- PLANO DE SITUACION

2.- SITUACION ACTUAL

3.- SOLUCION ADOPTADA

4.- PLANTA EN DETALLE

5.- PLANTA ORTOFOTO PNOA

6.- PERFIL LONGITUDINAL

7.- CAPTACION

8.- SECCIÓN TIPO DESAGÜE

DOCUMENTO Nº3 PRESUPUESTO

1.- MEDICIONES

2.- PRESUPUESTO

3.- RESUMEN DEL PRESUPUESTO



MERMORIA DESCRIPTIVA



INDICE

1.- INTRODUCCION

2.- SITUACION ACTUAL Y OBJETO DEL PROYECTO

3.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

3.1.- ALTERNATIVA 1

3.2.- ALTERNATIVA 2

3.3.- ALTERNATIVA 3

3.4.- SOLUCION ADOPTADA

4.- GEOLOGIA Y GEOTECNIA

5.- ESTUDIO DE DEMANDA

6.- ESTUDIO HIDROLOGICO

7.- DESCRIPCION DE LAS OBRAS

7.1.- INTRODUCCION

7.2.- DESCRIPCION

7.2.1.- CAPTACION

7.2.2.- GRUPO DE BOMBEO

7.2.3.- CAMARA DE LLAVES

7.2.4.- SALA DE MAQUINAS

7.2.5.- IMPULSION CAPTACION – ETAP

8.- CONSIDERACIONES AMBIENTALES

9.- EXPROPIACIONES

10.- RESUMEN DEL PRESUPUESTO

11.- DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

1.- INTRODUCCION

La redacción de este anteproyecto tiene por objeto completar los requisitos de la asignatura Proyecto de Fin de Grado del 4º año del Grado en Tecnología de la Ingeniería Civil (TECIC). Debido al carácter académico del mismo algunos de los datos empleados en la elaboración del anteproyecto pueden no coincidir con la realidad, al no poder realizarse, en su totalidad, la comprobación de todos los parámetros utilizados. A pesar de todo lo anterior, el anteproyecto ha sido redactado respetando los aspectos técnicos fundamentales de este tipo de documentos.

2.- SITUACION ACTUAL Y OBJETO DEL PROYECTO

Definimos el estado actual de las instalaciones con recopilaciones de datos de la actual concesionaria del servicio de abastecimiento, del ayuntamiento de Betanzos y del Ente Público Empresarial de Aguas de Galicia.

La ETAP de Betanzos está constituida por dos líneas de filtros cerrados diseñadas para producir unos caudales de agua tratada de 75 l/s (antigua línea) y 20,8 l/s (línea nueva del año 2006). En dichos filtros se realizan los procesos de coagulación y floculación.

La infraestructura de abastecimiento está compuesta por un azud en el río Mendo que garantiza un nivel de agua para la desviación de esta hacia un canal lateral (cota +9m), en donde el caudal atraviesa un cestón de gruesos y pasa por una reja automática que no funciona correctamente. En dicho canal el agua se bombea hacia un depósito intermedio donde un grupo de bombeo en alta eleva el agua hacia el depósito de agua bruta. Este depósito tiene una capacidad de 1.800 m³ y está a una cota de 97m.

En cuanto al almacenamiento del agua, se concreta en tres depósitos con una capacidad de almacenamiento actual de 4.600 m³. Un depósito alimenta a la zona vieja y es circular con un solo vaso y 2.200 m³ de capacidad, otro depósito que alimenta a la zona nueva y es rectangular con dos compartimentos y una capacidad total de 1.600 m³, y el último, fuera del recinto de la ETAP, sería el depósito Xanrozo de 800 m³ de capacidad. Desde el depósito circular se alimentan los demás, por lo que, nunca ha sido posible la limpieza del mismo.

Inicialmente se preveía la captación en dos fuentes de alimentación, siendo una manantial por gravedad (A Graña) y la otra, captación en el río Mendo. Finalmente solo ha llegado a usarse una fuente, la captación de agua en el río Mendo.

Como podremos observar en la redacción del proyecto este río no tiene suficiente caudal para abastecer al municipio de Betanzos en época de sequía para un periodo de retorno de 25 años, por lo que habrá

que buscar alternativas en otros puntos de suministro. Debido a la exposición de este problema se justifica la redacción de este anteproyecto.

3.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Procedemos a la descripción de las tres posibles actuaciones para aumentar el suministro de caudal al municipio de Betanzos.

3.1.- ALTERNATIVA 1

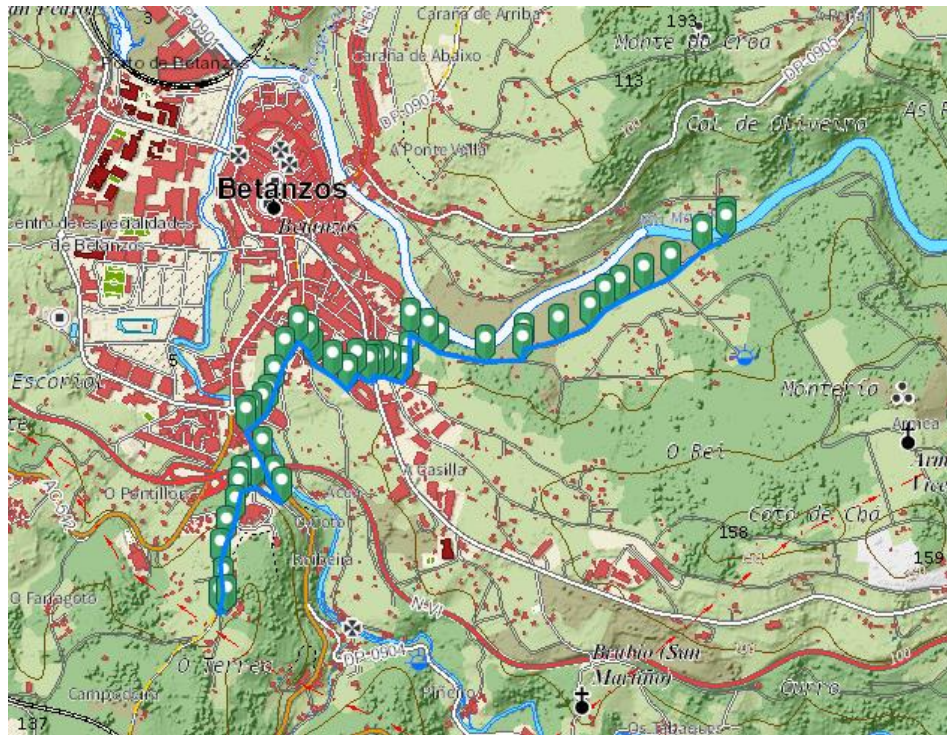
Esta alternativa consistirá en el diseño de una nueva captación en el río Mandeo para cubrir el déficit de caudal del río Mendo para abastecer al municipio de Betanzos en época de sequía. Hemos comprobado que la demanda máxima en época estival es de 67,47 l/s.

	POBLACION (l/s)	GANADERIA (l/s)	INDUSTRIA (l/s)	TOTAL (l/s)	TOTAL (m ³ /s)
Caudal diaria medio	40,44	1,44	17,5	59,38	0,059380787
Caudal diario punta	48,53	1,44	17,5	67,47	0,067468912
Caudal horario punta	100,94	1,44	87,10	189,48	0,189482235

Como el río Mendo en los meses de sequía para un periodo de retorno de 25 años hay momentos en los que no tiene caudal disponible, pues el caudal máximo a suministrar por el río Mandeo en la nueva captación será de 67,47 l/s. Por lo que, la tubería se diseña para este caudal.

El agua se impulsa desde la nueva captación del río Mandeo hasta la ETAP de Betanzos ya existente, pues esta diseñada para producir unos caudales de agua tratada de 75 l/s, es decir, los suficientes para tratar toda el agua que demanda el municipio en la peor época de sequía.

La captación está situada a una cota de 2 metros y la ETAP a una cota de 95,04 metros, siendo la altura geométrica 93,04 metros. Teniendo en cuenta las pérdidas de carga tenemos una altura de bombeo de 164,57 metros. La longitud de esta conducción es de 3095 metros.



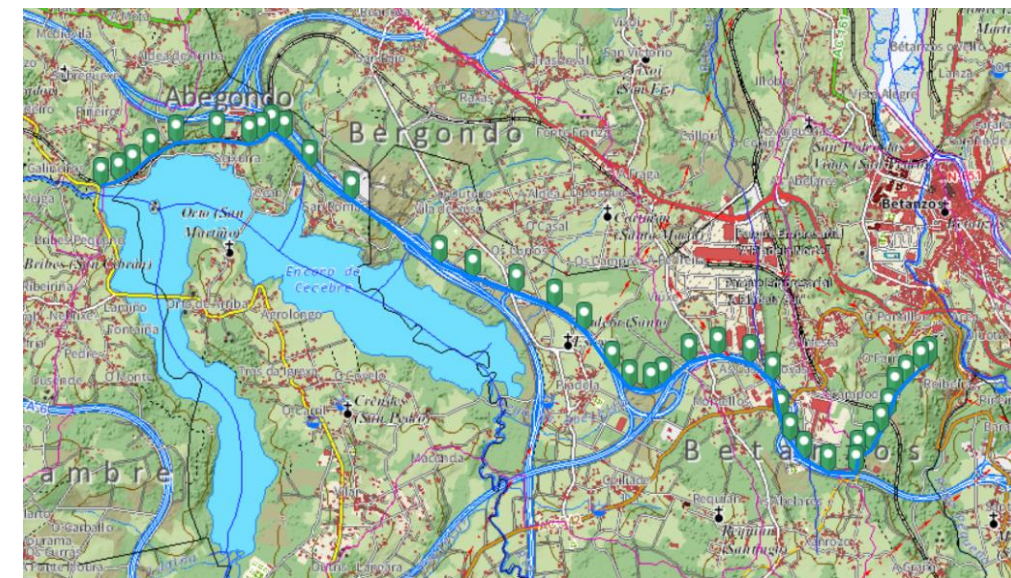
Para este caudal y esta altura de bombeo necesitamos una tubería de 250 mm de fundición ductil clase k9 y tres bombas de 55 KW cada una y otra mas de reserva de la misma potencia. Se instalan tres bombas para abarcar un rango de caudal mas amplio para los diferentes déficits.

Z10220 4-L10W

Company	Customer	Date	7/9/2018
Contact	Contact	Artículo número	
Phone number	Phone number	Proyecto	
Email	Email	Nº proyecto	
Datos de trabajo teóricos		Datos hidráulicos (punto de trabajo)	
Caudal	67 l/s	Caudal	67.9 l/s
Altura de impulsión	121.6 m	Altura de impulsión	125 m
Altura estática	0 m	Diseño del rodete	
		Impeller R	188 mm
		Frecuencia	50 Hz
		Velocidad	2890 1/min

3.2.- ALTERNATIVA 2

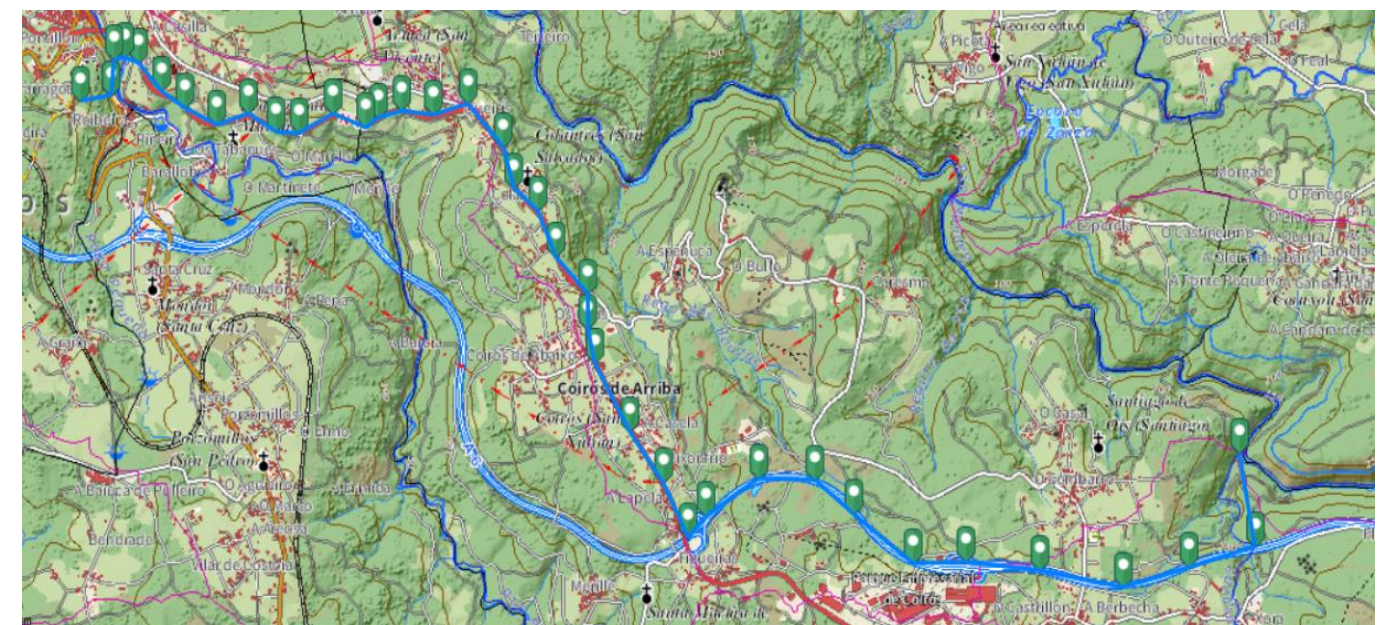
Esta alternativa consiste en el diseño de una nueva captación en el rio Vexo que es un afluente del rio Mandeo. La captación se haría a una cota de 147 metros y la ETAP a una cota de 96.64 metros y tiene una longitud de 11900 metros.



A pesar de la perdida de carga, tenemos suficiente energía para transportar el caudal por gravedad. Para ello, instalamos una tubería de 300 mm de diámetro de fundición ductil clase k9.

Este rio en el punto de la captación no tiene caudal suficiente para cubrir el déficit completo del rio Mendo, por lo que, se necesita otro punto de suministro, que será el embalse de Cecebre, gestionado por EMALCSA.

La cota a la que se capta el agua en el embalse es de 34 metros, estando la cota de la ETAP de Betanzos a 96,64 metros. La longitud de la conducción será de 8600 metros.



Teniendo en cuenta la pérdida de carga, la altura de bombeo asciende a 113,30 metros. La bomba a utilizar será:

Z8125 5/3A-L6C

Company Contact Phone number Email	Customer Contact Phone number Email	Date Artículo número Proyecto Nº proyecto
7/9/2018		
Datos de trabajo teóricos	Datos hidráulicos (punto de trabajo)	Diseño del rodete
Caudal Altura de impulsión Altura estática	27 l/s 79.04 m 0 m	Impeller R Frecuencia Velocidad
	27.8 l/s 83.6 m	140 mm 50 Hz 2900 1/min

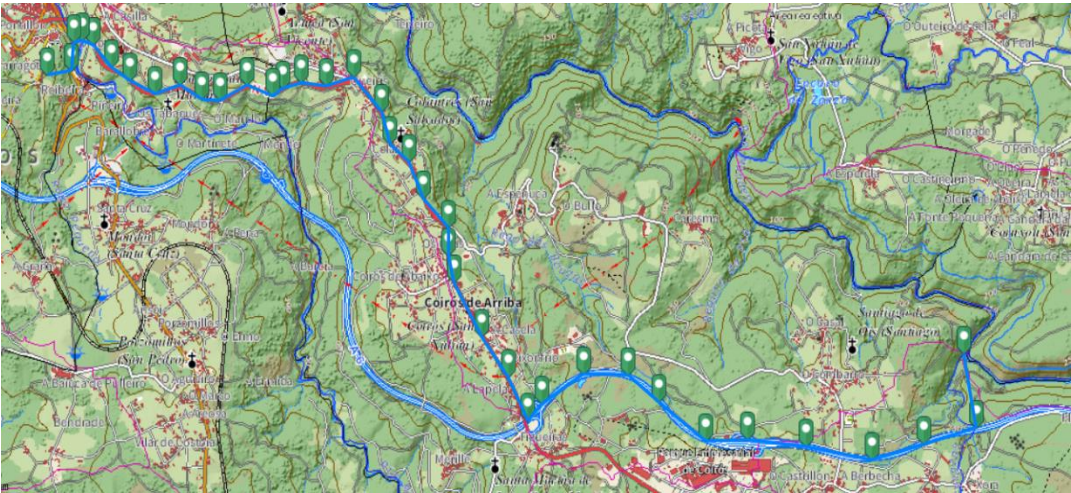
El máximo caudal a suministrar en la conducción desde el río Vexo es de 53 l/s para un periodo de retorno de 25 años debido a que el caudal de recurso no es suficiente para cubrir la demanda completa del municipio de Betanzos cuando el río Mendo no tiene caudal disponible.

El máximo caudal a suministrar en la conducción desde el embalse de Cecebre será de 27 l/s para un periodo de retorno de 25 años para cubrir el nuevo déficit debido a que el caudal del río Vexo no tiene suficiente caudal para cubrir el déficit del río Mendo para abastecer a Betanzos.

3.3.- ALTERNATIVA 3

Esta alternativa consiste en el diseño de una captación única en el embalse de Cecebre para cubrir el déficit producido en el río Mendo en los meses de estiaje cuando el caudal disponible no es suficiente para satisfacer la demanda en los 25 años de vida útil de la obra.

La cota a la que se capta agua en el embalse es de 34 metros mientras que la cota a la que se conduce el agua que es la ETAP es de 96,64 metros. La longitud de dicha conducción es de 8,86 km.



En esta alternativa sucede lo mismo que en la primera, es decir, al no haber caudal disponible en los meses de mayor sequía para un periodo de retorno de 25 años, el máximo caudal que se suministrará será de 67,47 l/s. Por lo que, la tubería a instalar tendrá un diámetro de 300 mm, con una velocidad de 0,955 m/s. Teniendo en cuenta la pérdida de carga, la altura de bomba asciende a 109,42 metros.

Con estos datos escogemos la bomba necesaria para la impulsión:

Z10220 4/2B-L8W

Company Contact Phone number Email	Customer Contact Phone number Email	Date Artículo número Proyecto Nº proyecto
7/9/2018		
Datos de trabajo teóricos	Datos hidráulicos (punto de trabajo)	Diseño del rodete
Caudal Altura de impulsión Altura estática	67 l/s 94.23 m 0 m	Impeller R Frecuencia Velocidad
	68.3 l/s 98 m	182 mm 50 Hz 2890 1/min

Este embalse está gestionado por EMALCSA, empresa que pone precio al m³ de agua que es de 30 centimos, gasto de explotación excesivamente alto como veremos en la solución adoptada.

3.4.- SOLUCION ADOPTADA

Se tendrán en cuenta cuatro tipos de criterios: técnicos, ambientales, económicos y sanitarios para la valoración de las diferentes alternativas.

Para la comparación de alternativas se pretende realizar un estudio mediante metodología de ANÁLISIS MULTICRITERIO.

Cada criterio se valorará de 0 a 5, entendiendo como 0 la peor opción y 5 la mejor. A su vez cabe la posibilidad de que los diferentes criterios sean ponderados en función de su importancia, para que tengan mayor influencia (peso) en el resultado final de cara a la elección de la alternativa idónea. Así, por ejemplo, los parámetros ambientales analizados son 11, mientras que los técnicos son 5, por lo que se calculará la media de cada tipo de criterios a fin de que los 4 considerados ponderen entre 0 y 5 puntos.

Finalmente se ponderan los criterios en función de su trascendencia para la consecución de los fines perseguidos:

- Criterios ambientales 30%
- Criterios técnicos 15%
- Criterios económicos 45%
- Criterios sanitarios 10%

Posibles alternativas	30%	45%	15%	10%	VALORACION TOTAL ALTERNATIVAS
	VALORACION TOTAL AMBIENTAL	VALORACION TOTAL ECONOMICA	VALORACION TOTAL TECNICA	VALORACION TOTAL SANITARIA	
Alternativa 1	3,6	4,22	1	2	3,33
Alternativa 2	2,6	2,92	4	3	2,99
Alternativa 3	4,1	1	5	5	2,93

La alternativa propuesta es la 1 que consiste en la captación única del río Mandeo. Río que está muy cerca de la población de Betanzos con lo cual parece también una solución lógica al problema. El precio del agua en el embalse es considerablemente caro lo que encarece el precio considerablemente de las alternativas 2 y 3.

4.- GEOLOGIA Y GEOTECNIA

En cumplimiento del artículo 107.3 de la ley 30/07, de 30 de Octubre, de Contratos del Sector Público en el Anejo Nº 7 Geología y geotecnia se incluye el estudio de carácter académico ya que no se disponen de los medios técnicos ni económicos necesarios para la realización del mismo.

De acuerdo con la información obtenida de los mapas geotécnicos y a partir de los resultados obtenidos en los diferentes ensayos, se concluye que para el tipo de terrenos estudiados y el emplazamiento previsto, estos son aptos para el desarrollo de las obras, teniendo suficiente capacidad portante y admitiendo los taludes fijados a continuación, que están avalados por la experiencia constructiva de la zona.

5.- ESTUDIO DE DEMANDA

El objeto de este estudio de caudales es determinar la demanda de agua presente y futura existente en el municipio de Betanzos. En el anejo nº1 Demanda se recogen los cálculos y estimaciones de los caudales futuros partiendo de la población actual.

Según el INE la población actual de Betanzos sería de 12941 habitantes. Como en los últimos 10 años la población está en decrecimiento, se toman los 12941 habitantes como población futura para los próximos 25 años. Con este dato y para nuestro caso al considerarse un municipio de actividad industrial media tomamos según la ITOHG una dotación de 270 l/hab·día. Con estos datos y tomando el coeficiente punta estacional obtenemos un caudal diario punta estacional urbano de 48 l/s.

Tenemos un caudal punta estacional ganadero de 1.44 l/s y para una superficie industrial de 70 ha en el municipio de Betanzos y una dotación de 0.25 l/s·ha, tenemos un caudal diario medio industrial de 17,5 l/s. Sumando todas las demandas tenemos un caudal punta estacional de 67.47 l/s que será la demanda a partir de la cual diseñaremos la instalación.

6.- ESTUDIO HIDROLOGICO

Según el estudio hidrológico del río Mendo realizado en el anejo nº2 Estudio hidrológico comprobamos que en el mes de agosto y en el mes de septiembre en el época de sequía no tenemos caudal suficiente para abastecer al municipio de Betanzos con el caudal de demanda (67,47 l/s) que vamos a tomar de base para comprobar el déficit en el punto de suministro actual que es el río Mendo.

Como podemos comprobar en la siguiente tabla no tenemos déficit de caudal de suministro para el mes de julio para un periodo de retorno de 25 años (probabilidad del 96%):

Q deficit	
Caudal deficit P=75% (m3/s)	0,427
Caudal deficit P=87,5% (m3/s)	0,254
Caudal deficit P=89% (m3/s)	0,234
Caudal deficit P=90% (m3/s)	0,220
Caudal deficit P=91% (m3/s)	0,199
Caudal deficit P=92% (m3/s)	0,178
Caudal deficit P=93% (m3/s)	0,157
Caudal deficit P=94% (m3/s)	0,136
Caudal deficit P=95% (m3/s)	0,114
Caudal deficit P=96% (m3/s)	0,072
Caudal deficit P=97% (m3/s)	0,030
Caudal deficit P=98% (m3/s)	-0,012
Caudal deficit P=99% (m3/s)	-0,055

Pero si tendremos deficit para el mes de agosto:

Q deficit	
Caudal deficit P=75% (m3/s)	0,132
Caudal deficit P=87,5% (m3/s)	0,023
Caudal deficit P=89% (m3/s)	0,010
Caudal deficit P=90% (m3/s)	0,001
Caudal deficit P=91% (m3/s)	-0,013
Caudal deficit P=92% (m3/s)	-0,026
Caudal deficit P=93% (m3/s)	-0,039
Caudal deficit P=94% (m3/s)	-0,052
Caudal deficit P=95% (m3/s)	-0,066
Caudal deficit P=96% (m3/s)	-0,093
Caudal deficit P=97% (m3/s)	-0,119
Caudal deficit P=98% (m3/s)	-0,146
Caudal deficit P=99% (m3/s)	-0,173

Y para el mes de septiembre:

Q deficit	
Caudal deficit P=75% (m3/s)	0,103
Caudal deficit P=87,5% (m3/s)	0,001
Caudal deficit P=89% (m3/s)	-0,011
Caudal deficit P=90% (m3/s)	-0,020
Caudal deficit P=91% (m3/s)	-0,032
Caudal deficit P=92% (m3/s)	-0,045
Caudal deficit P=93% (m3/s)	-0,057
Caudal deficit P=94% (m3/s)	-0,070
Caudal deficit P=95% (m3/s)	-0,082
Caudal deficit P=96% (m3/s)	-0,107
Caudal deficit P=97% (m3/s)	-0,132
Caudal deficit P=98% (m3/s)	-0,157
Caudal deficit P=99% (m3/s)	-0,182

En este anejo se comprueba que con la nueva captación en el rio Mandeo se cubre el déficit de caudal para los 25 años de vida útil de la obra. Estos serian los resultados para el mes de agosto del caudal disponible en el rio Mandeo una vez descontado el déficit producido en el rio Mendo, teniendo en cuenta que para cuando haya un déficit mayor de :67,47 l/s en el rio Mendo, el déficit que se cubrirá en la nueva captación será solamente la demanda total necesaria para abastecer al municipio de Betanzos:

Q deficit	
Caudal deficit P=75% (m3/s)	0,749
Caudal deficit P=87,5% (m3/s)	0,438
Caudal deficit P=89% (m3/s)	0,401
Caudal deficit P=90% (m3/s)	0,376
Caudal deficit P=91% (m3/s)	0,325
Caudal deficit P=92% (m3/s)	0,274
Caudal deficit P=93% (m3/s)	0,223
Caudal deficit P=94% (m3/s)	0,172
Caudal deficit P=95% (m3/s)	0,120
Caudal deficit P=96% (m3/s)	0,043
Caudal deficit P=97% (m3/s)	-0,034
Caudal deficit P=98% (m3/s)	-0,110
Caudal deficit P=99% (m3/s)	-0,186

Y estos los resultados para el mes de septiembre:

Q deficit	
Caudal deficit P=75% (m3/s)	0,658
Caudal deficit P=87,5% (m3/s)	0,366
Caudal deficit P=89% (m3/s)	0,320
Caudal deficit P=90% (m3/s)	0,288
Caudal deficit P=91% (m3/s)	0,240
Caudal deficit P=92% (m3/s)	0,192
Caudal deficit P=93% (m3/s)	0,144
Caudal deficit P=94% (m3/s)	0,096
Caudal deficit P=95% (m3/s)	0,066
Caudal deficit P=96% (m3/s)	-0,005
Caudal deficit P=97% (m3/s)	-0,076
Caudal deficit P=98% (m3/s)	-0,148
Caudal deficit P=99% (m3/s)	-0,219

Observamos que el déficit de caudal de este rio puede ser cubierta por el rio Mandeo para un periodo de retorno de 25 años, habiendo un déficit de 5 l/s para 5 años de esos 25 en el mes de septiembre, llevando a cabo un plan de sequia en esos años.

7.- DESCRIPCION DE LAS OBRAS

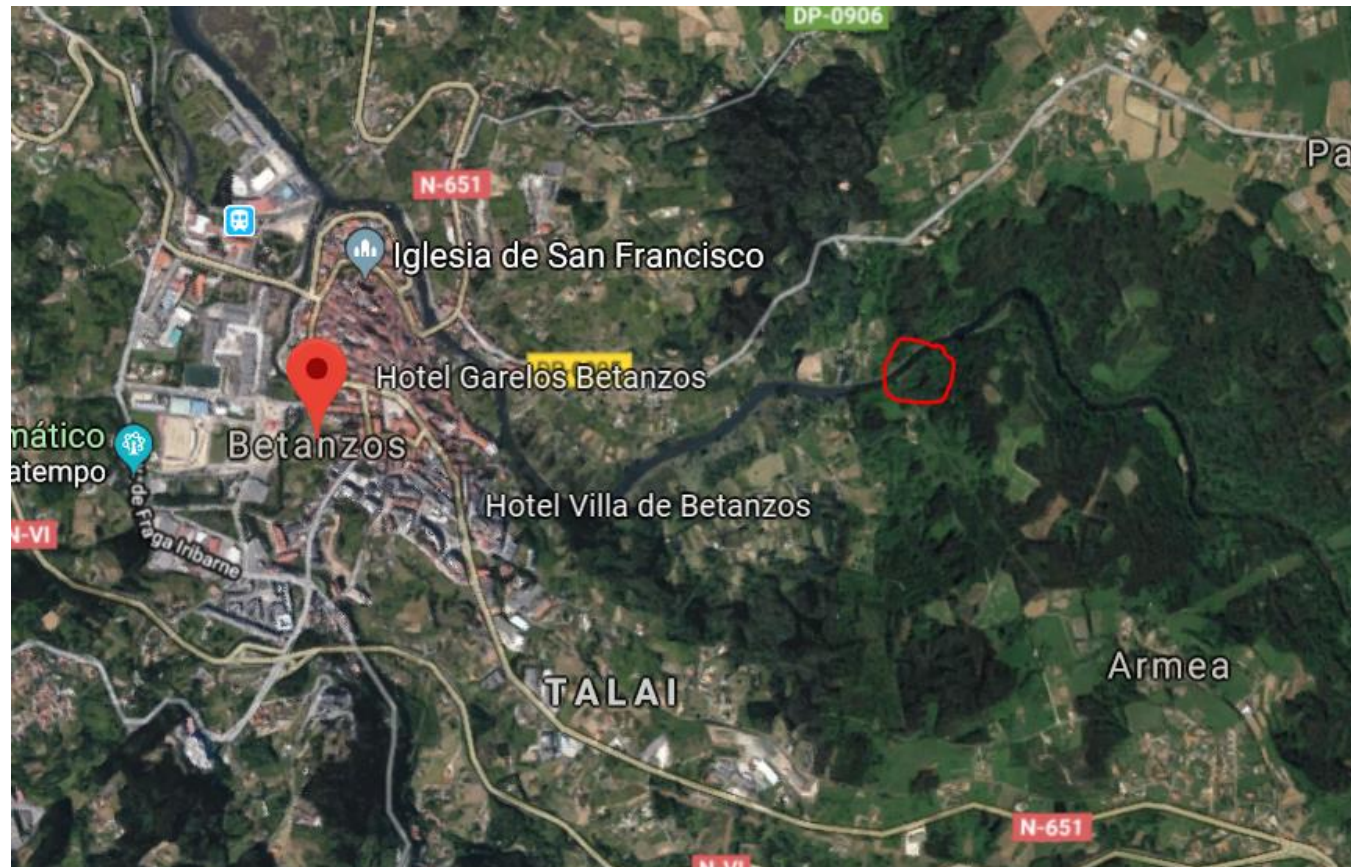
7.1.- INTRODUCCION

En este apartado se describen las los diseños de las diferentes actuaciones que se llevarán a cabo.

7.2. DESCRIPCION

7.2.1. CAPTACION

El agua se capta del rio Mandeo.



Para ello se ha elegido un sistema que consiste 4 pozos rodeados de canto rodado; este canto rodado es sostenido por un muro de escollera situado en el margen del rio. De esta forma el agua se capta a través del muro de escollera y se filtra por gravedad hasta llegar a los pozos.

Los pozos están conectados por tuberías de 300 mm de diámetro situadas en el fondo de los mismos.

En uno de los pozos se sitúa el grupo de bombeo.

7.2.2. GRUPO DE BOMBEO

Para elevar el agua se va a desarrollar un grupo de bombeo de tipo sumergible en posición vertical formado por 3+1 bombas (3 en funcionamiento y una de reserva), diseñadas para elevar un caudal máximo de 67,47 l/s.

Este grupo de bombeo tiene sus correspondientes válvulas de retención y de aislamiento que se alojan en una cámara de llaves.

7.2.3. CAMARA DE LLAVES

Se diseña una cámara de llaves enterrada de 6*3 con una altura de 2 metros construida en hormigón.

7.2.4. SALA DE MAQUINAS

Se construye una caseta para alojar las instalaciones eléctricas. Estas comprenden un cuadro de fuerza y maniobra para los grupos de bombeo.

7.2.5. IMPULSION CAPTACION – ETAP

Desde la captación se impulsa un caudal que depende de la demanda del municipio de Betanzos y del caudal disponible en el rio, pero que como máximo se ha calculado que será de 67,47 l/s (máxima demanda del municipio de Betanzos para los próximos 25 años). Para ello, se ha dimensionado una tubería de fundición dúctil de clase k9 de 250 mm de diámetro que permite impulsar un amplio abanico de caudales llegando como máximo a los 67,47 l/s.

Esta tubería está conectada por un extremo a la bombas con 4 tubos de 200 mm de diámetro y por otro el otro extremo a un deposito de la ETAP cuya cota de la parte mas alta del mismo es de 96,64 metros.

8.- CONSIDERACIONES AMBIENTALES

Por tratarse de un anteproyecto académico, se procede al Estudio de Efectos Ambientales, que no es más que un procedimiento simplificado en el que se recogen las medidas de protección ambientales y el programa de control de vigilancia ambiental a adoptar tanto en la fase de construcción como en la aplicación y desarrollo del anteproyecto. Todo ello, queda recogido en el Anejo Nº 8 de este anteproyecto.

9.- EXPROPIACIONES

Se realizara la expropiación definitiva para la construcción de la captación y otras seis expropiaciones para instalar la conducción hasta el camino mas cercano. El coste de las expropiaciones asciende a 1902,24 euros. **Mil novecientos dos euros con veinticuatro céntimos.**

10.- RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Capítulo	Importe
1 CAPTACION RIO MANDEO	
1.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS	2.180,75
1.2 OBRA CIVIL	18.463,50
Total 1 CAPTACION RIO MANDEO	20.644,25
2 ESTACIÓN DE BOMBEO EN RIO MANDEO	
2.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS	9,86
2.2 OBRA CIVIL	6.831,25
2.3 EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS	111.395,89
2.4 ACOMETIDA ELÉCTRICA	31.332,92
Total 2 ESTACIÓN DE BOMBEO EN RIO MANDEO	149.569,92
3 IMPULSIÓN	
3.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS	25.593,33
3.2 TUBERÍAS, POZOS Y VALVULERÍA	229.528,44
3.3 REPOSICIONES	40.815,52
Total 3 IMPULSIÓN	295.937,29
4 VARIOS	11.928,60
5 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	4.780,00
6 GESTIÓN DE RESIDUOS	2.390,00
7 MEDIDAS AMBIENTALES	2.390,00
Presupuesto de Ejecución Material	487.640,06
13% Gastos Generales	63.393,21
6% Beneficio Industrial	29.258,40
Suma	580.291,67
21% IVA	121.861,25
Presupuesto Base de Licitación con IVA	702.152,92

Asciende el Presupuesto Base de Licitación con IVA a la expresada cantidad de SETECIENTOS DOS MIL CIENTO CINCUENTA Y DOS EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS.

EL DIRECTOR DEL T.F.G.

D. Gonzalo Mosqueira Martínez

A Coruña, septiembre de 2018
EL AUTOR DEL PROYECTO

Raúl Pérez Pereira

11.- DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO**DOCUMENTO Nº1 MEMORIA****1.- MEMORIA DESCRIPTIVA****2.- MEMORIA JUSTIFICATIVA**

Anejo nº1: Estudio de demanda

Anejo nº2: Planificación hidrológica

Anejo nº3: Estudio hidrológico

Anejo nº4: Estudio de alternativas

Anejo nº5: Cartografía y topografía

Anejo nº6: Cálculos hidráulicos

Anejo nº7: Captación

Anejo nº8: Geología y geotecnia

Anejo nº9: Estudio de impacto ambiental

Anejo nº10: Expropiaciones

Anejo nº11: Servicios afectados

Anejo nº12: Planeamiento urbanístico



DOCUMENTO Nº2 PLANOS

- 1.- ZONA DE ESTUDIO
- 2.- SITUACION ACTUAL
- 3.- SOLUCION ADOPTADA
- 4.- PLANTA EN DETALLE
- 5.- PERFIL ORTOFOTO PNOA
- 6.- PERFIL LONGITUDINAL
- 7.- CAPTACION
- 8.- SECCION TIPO DESAGÜE

DOCUMENTO Nº3 PRESUPUESTO

- 1.- MEDICIONES
- 2.- PRESUPUESTO
- 3.- RESUMEN DEL PRESUPUESTO



MEMORIA JUSTIFICATIVA



INDICE

ANEJO Nº1 ESTUDIO DE DEMANDA

ANEJO Nº2 PLANIFICACION HIDROLOGICA

ANEJO Nº3 ESTUDIO HIDROLOGICO

ANEJO Nº4 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ANEJO Nº5 CARTOGRAFIA Y TOPOGRAFIA

ANEJO Nº6 CALCULOS HIDRAULICOS

ANEJO Nº7 CAPTACION

ANEJO Nº8 GEOLOGIA Y GEOTECNIA

ANEJO Nº9 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ANEJO Nº10 EXPROPIACIONES

ANEJO Nº11 SERVICIOS AFECTADOS

ANEJO Nº12 PLANEAMIENTO URBANISTICO



ANEJO Nº1: ESTUDIO DE DEMANDA



INDICE

1.- ESTUDIO DE LA POBLACION

2.- EVOLUCION DE LA POBLACION

3.- DOTACIONES

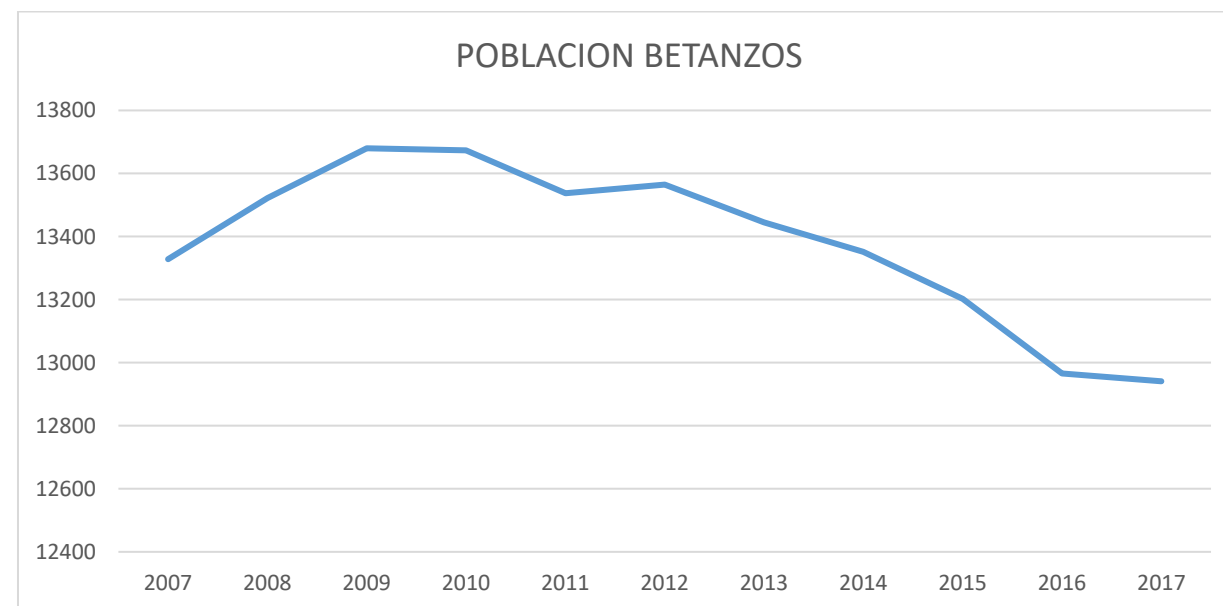
1.- ESTUDIO DE LA POBLACION

Para la estimación de la población se utilizara la metodología establecida en la ITOHG-ABA 1/1, utilizando como fuente los datos disponibles en el Instituto Nacional de Estadística.

2.-EVOLUCION DE LA POBLACION

En la tabla siguiente se recogen los datos de la evolución de la población desde el 2007 hasta el 2017:

AÑO	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
POBLACION BETANZOS	13328	13522	13680	13673	13537	13565	13445	13352	13202	12966	12941



Como la evolución de la población tiene una tendencia decreciente, se tomara para la realización del proyecto (población en el 2043) la población del 2017, es decir, 12941 habitantes.

3.- DOTACIONES

DOTACIONES DE AGUA POR HABITANTE Y DIA

A partir de la estimación de población futura se adopta el valor de la dotación de agua por habitante y día de la siguiente tabla:

Poboación abastecida polo sistema (municipio, área metropolitana, etc.)	Dotacións máximas (L/hab-día)		
	Actividade industrial comercial		
	Alta	Media	Baixa
< 2.000	210	195	180
De 2.000 a 10.000	270	240	210
De 10.000 a 50.000	300	270	240
De 50.000 a 250.000	350	310	280
> 250.000	410	370	330

Dado que la población futura estimada está entre 10000 y 50000 habitantes y se considera actividad industrial comercial media se elige el valor 270 l/hab.día.

Se calculara la demanda que será necesario garantizar a la población de diseño multiplicando dicha población por la dotación máxima. De esta forma se obtiene una demanda media diaria urbana de **40,44 l/s**. Se considera un coeficiente de estacionalidad de 1,2 y el coeficiente punta horario se obtiene de la siguiente formula:

$$Cp_{h,urb} = 1,8 \cdot \left(1 + \left(\frac{1}{QD_{m,urb}} \right)^{0,5} \right)$$

El coeficiente punta horario hallado sería 2,08. Con estos coeficientes hallaríamos el caudal punta horario:

CAUDALES URBANOS			
	Q (m3/d)	Q (m3/h)	Q (l/s)
Caudal diario medio urbano	3.494,07	145,59	40,44
Caudal diario punta estacional urbano	4.192,88	174,70	48,53
Caudal horario punta urbano	8.721,20	363,38	100,94

Procedemos ahora al calculo de caudales para ganadería. Dicha actividad no afectara de forma relevante a la demanda total de caudal del sistema debido a que no es una actividad principal en el Concello de Betanzos. Esto se puede comprobar en los registros oficiales disponibles de Consellería de Medio Rural en cuanto a ganado porcino, avícola y ovino-caprino, y de los registros de IGE en cuanto a ganado bovino:



PARROQUIA	PORCINO	AVICOLA	OVINO Y CAPRINO	BOVINO
BRABÍO (SAN MARTÍÑO)	0	0	6	24
PIADELA (SANTO ESTEVO)	1,287	0	31	40
PONTELLAS (SANTA MARÍA)	10	0	11	21
REQUIÁN (SANTIAGO)	884	0	23	12
TIOBRE (SAN MARTÍÑO)	0	0	23	19
SAN PEDRO DAS VIÑAS (SAN PEDRO)	6	0	2	18
BETANZOS N.U.	10	0	6	11
TOTALES:	2,197	0	102	145

Sumamos los todos los caudales obtenidos:

	POBLACION (l/s)	GANADERIA (l/s)	INDUSTRIA (l/s)	TOTAL (l/s)	TOTAL (m3/s)
Caudal diaria medio	40,44	1,44	17,5	59,38	0,059380787
Caudal diario punta	48,53	1,44	17,5	67,47	0,067468912
Caudal horario punta	100,94	1,44	87,10	189,48	0,189482235

Con estos datos obtenemos los caudales para ganadería:

CONSUMO GANADERIA	PORCINO	AVES	OVINO	BOVINO
Nº Reses	2197	0	102	145
Dotación (l/res.día)	50	0,5	15	90
Caudal diario medio gan (l/s)	1,2714	0,0000	0,0177	0,1510
Caudal diario medio total	1,44			
Coeficiente punta estacional	1			
Caudal diario punta gan total (l/s)	1,44			
Coeficiente horario punta	1			
Caudal horario punta gan total (l/s)	1,44			

Ahora procedemos al calculo de caudales destinados a la industria para lo cual partimos de una superficie industrial de 70 ha y una dotación de 0,25 l/s ha:

Tipo de industria e/ou comercio	Dotación (L/s·ha)	Dotación (L/m²·día)
Baixo consumo de auga	0,25	2,16
Consumo medio de auga	0,5	4,32
Alto consumo de auga	1	8,64

CAUDALES DESTINADOS A LA INDUSTRIA	
	Q (l/s)
Caudales diario medio industrial	17,5
Coeficiente horario punta industrial	4,977
Caudal horario punta industrial	87,10



ANEJO Nº2: PLANIFICACION HIDROLOGICA



INDICE

1.- INTRODUCCION

2.- VARIABLES HIDROLOGICAS

3.- INDICADORES FISICOS

4.- INDICADORES QUIMICOS

5.- INDICADORES DE CALIDAD BIOLOGICOS

6.- ESTADO TOTAL

7.- RECURSO HIDRICO

1.- INTRODUCCION

El río Mandeo pertenece a la red hidrográfica Galicia-Costa, por lo que, el órgano encargado de su gestión es Aguas de Galicia.

Aguas de Galicia elaboró el plan hidrológico Galicia-Costa para informar de los estados de las masas de agua y todo su entorno.

Este plan informa de la zona geográfica donde se encuentra cada masa de agua del plan entre otras cosas. El río Mandeo se encuentra en el golfo Artabro que se extiende desde cabo Ortegal hasta las islas Sisargas. Se caracteriza por un relieve suave en comparación con el resto de zonas costeras de la demarcación hidrográfica Galicia-Costa. La batimetría se caracteriza por la presencia de un gran número de bajos rocosos que dificultan la navegación.

En cuanto a las precipitaciones, se indican los valores mínimo, medio y máximo en mm/año para un intervalo de 70 años. El valor mínimo será para el río Mandeo será de 909 mm/año, el máximo será de 2201 mm/año y el medio de 1451 mm/año.

También tenemos datos de la evapotranspiración media anual de los mismos 70 años que será de 607,9 mm/año.

En cuanto a la temperatura, en el territorio de la demarcación hidrográfica de Galicia-Costa, las temperaturas medias se van extremando desde la costa hacia el interior, aunque se mantiene la influencia atlántica, que suaviza los valores extremos en las áreas próximas a la costa e incluso se deja sentir a lo largo de los valles del interior. De este modo se pasa de un régimen templado-cálido en el litoral hasta un régimen continental tierra adentro, como se muestra en la siguiente figura:

2.- VARIABLES HIDROLOGICAS

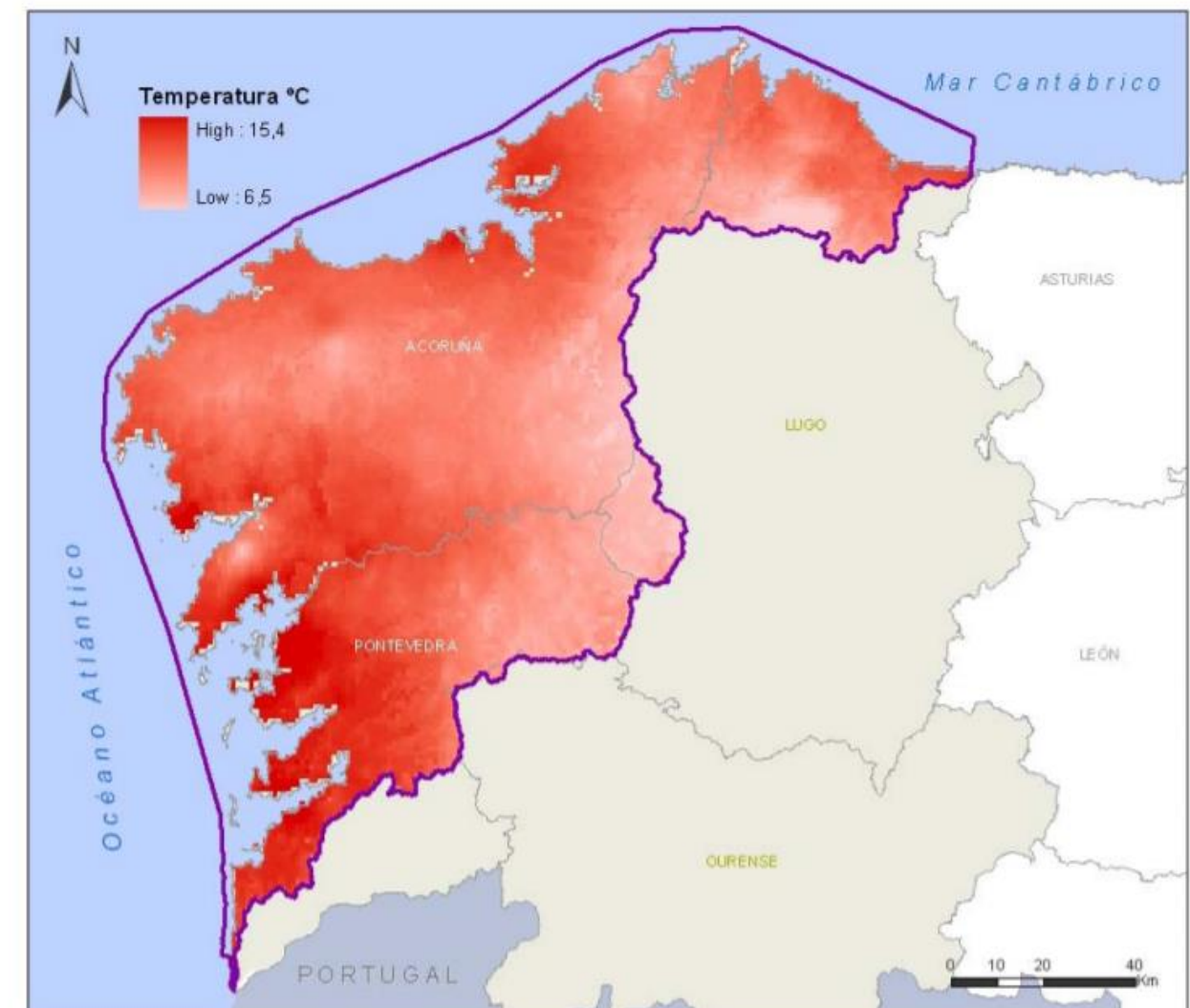


Figura 54: Distribución espacial da temperatura media anual (°C) na Demarcación Hidrográfica. (Período 1980/81-2011/12).

En cuanto a la evapotranspiración real, los valores máximos de ETR se dan en la zona norte de la demarcación hidrográfica (donde se sitúa el río Mandeo) donde predominan los cultivos prados y las masas forestales formadas en mayor medida por coníferas y por frondosas caducifolias, con valores medios máximos de 1026 mm/año. Esto se puede apreciar en la siguiente imagen.



Figura 55: Distribución espacial da evapotranspiración real media anual (mm/año) (período 1980/81-2011/12)

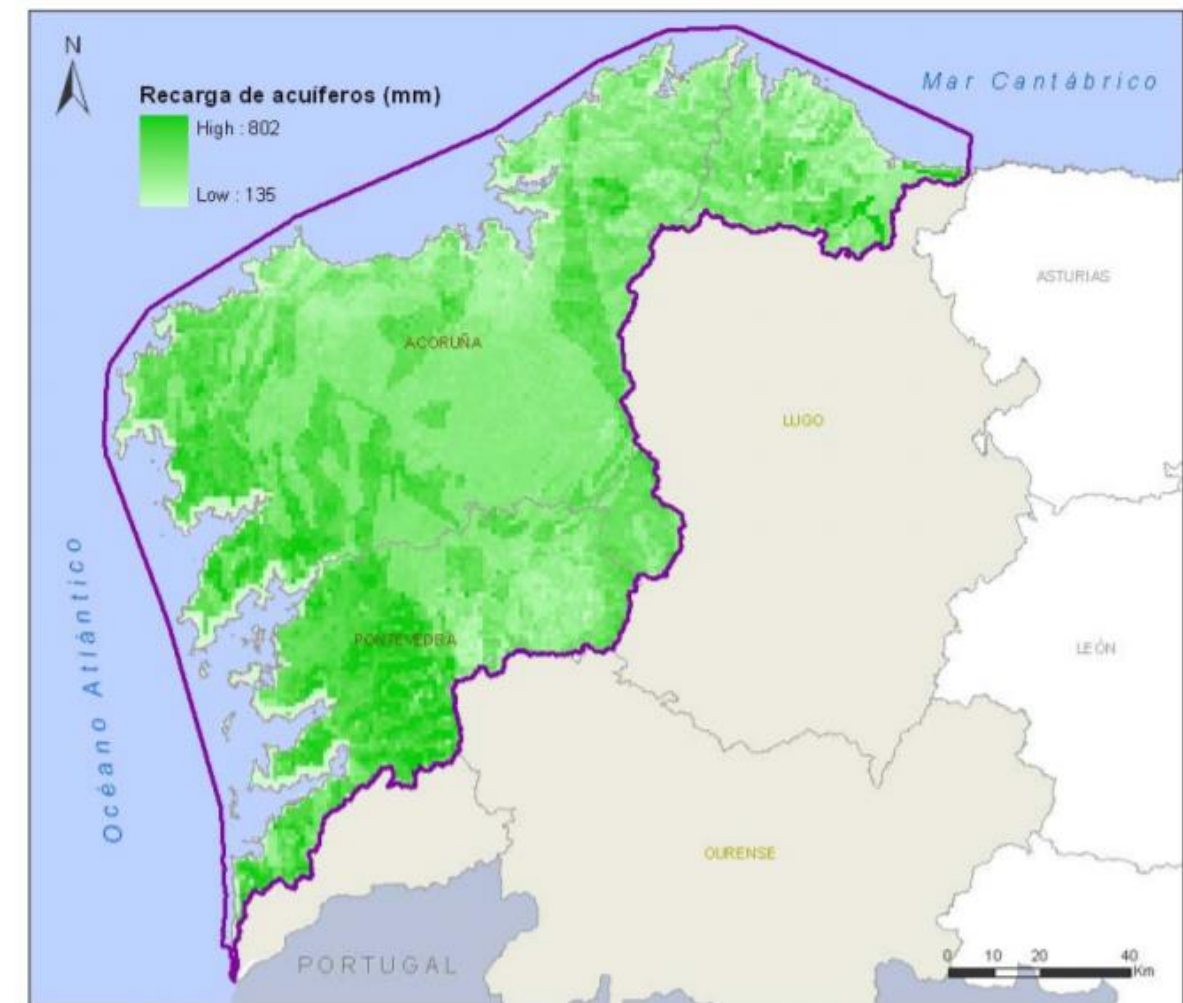


Figura 56: Distribución espacial da infiltración/recarga media anual (mm/año) (período 1980/81-2011/12)

La infiltración anual media para la demarcación hidrográfica Galicia-Costa se estima de 242 mm/año, con valores medio máximos de 758 mm en años lluviosos y mínimos medios de 138 mm en años secos. En el siguiente mapa se muestra la distribución espacial de esta variable en esta demarcación.

La escorrentía media tiene un valor de unos 943 mm/año y valores medios mínimos de 392 mm/año.

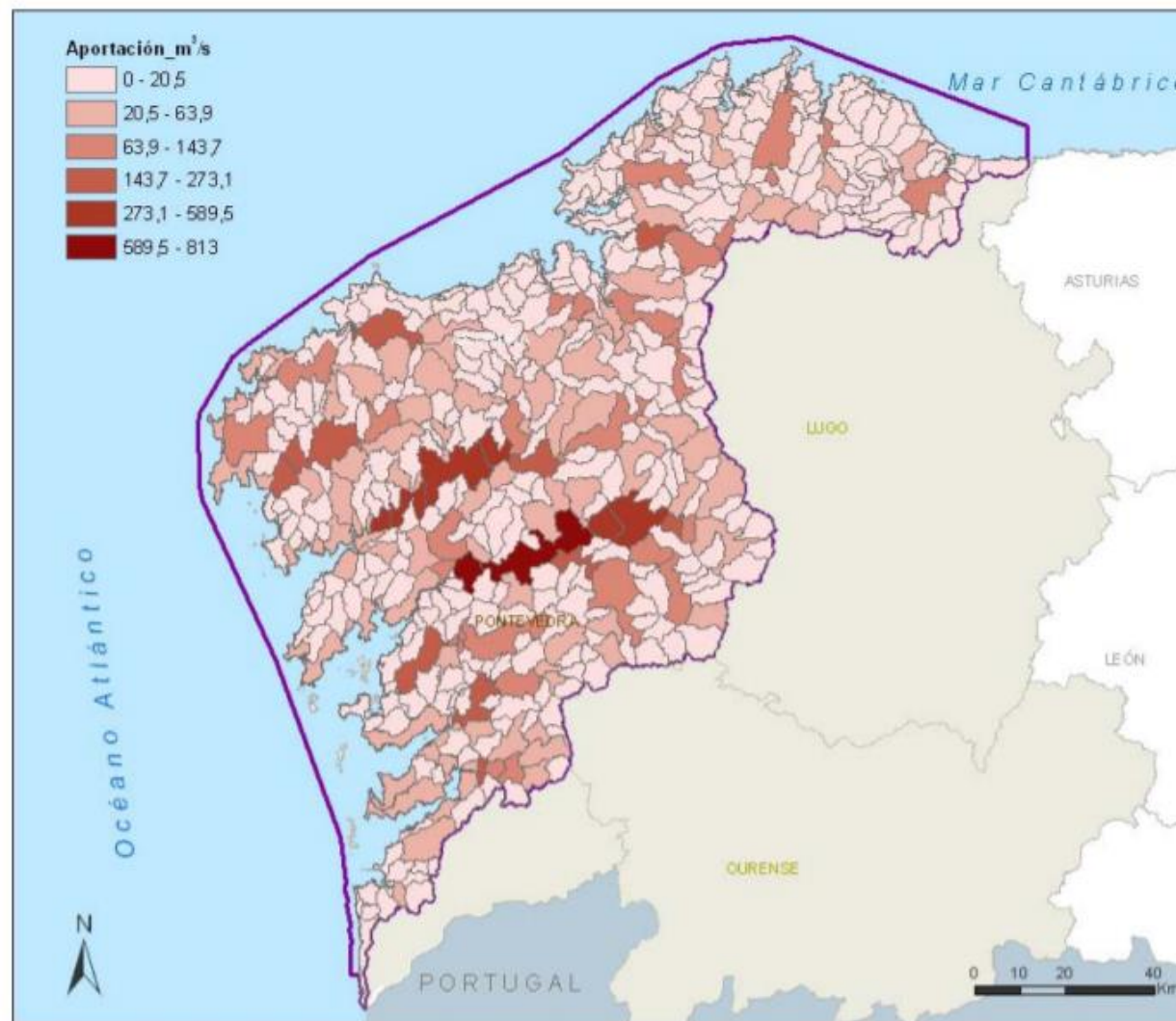


Figura 57: Distribución espacial da escorrentía acumulada media anual por bacía vertente (m3/seg) (período 1980/81-2011/12)

Como se puede apreciar en la imagen los valores de escorrentía para el río Mandeo están entre 63,9 mm/año y 143,7 mm/año.

A partir del trabajo realizado con distintos indicadores para medir cuantitativamente la calidad de las aguas, podemos observar una cierta zonificación, donde los valores de los indicadores se agrupan siguiendo un patrón de 4 zonas, que se definieron como se muestra en el siguiente mapa.

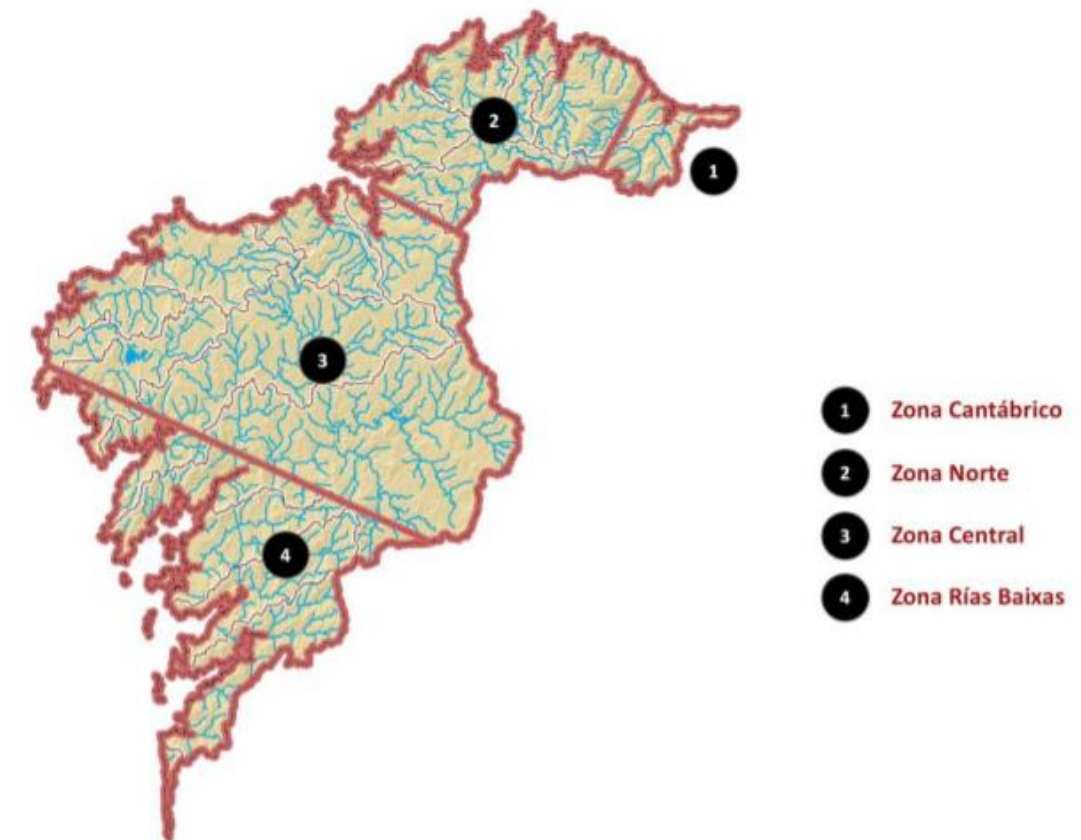


Figura 58: Zonas onde se agrupan os indicadores físico-químicos das augas superficiais de Galicia-Costa

A continuación se muestra la litología presente en la demarcación Galicia-Costa y como la zonificación que presentan los indicadores de calidad de las aguas superficiales se refleja en la agrupación de elementos litológicos. Vemos como en la zona central se agrupan más los gneises y los esquistos.

-Rango de turbidez:

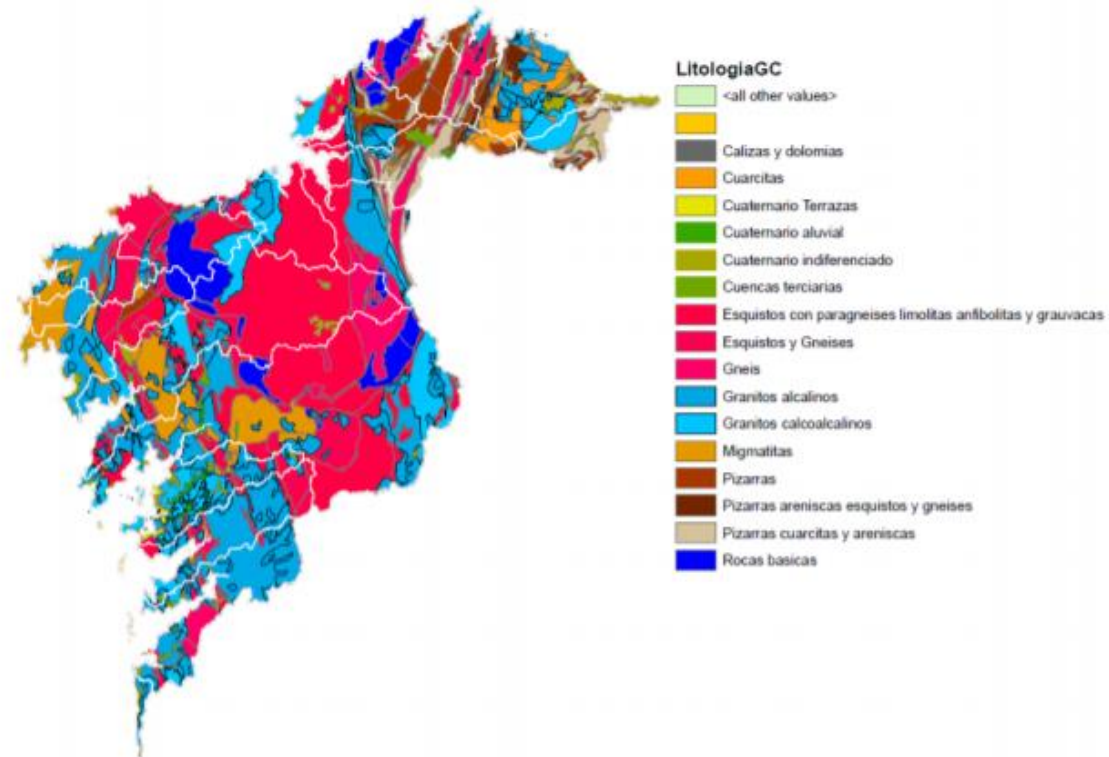


Figura 59: Mapa litológico da Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa

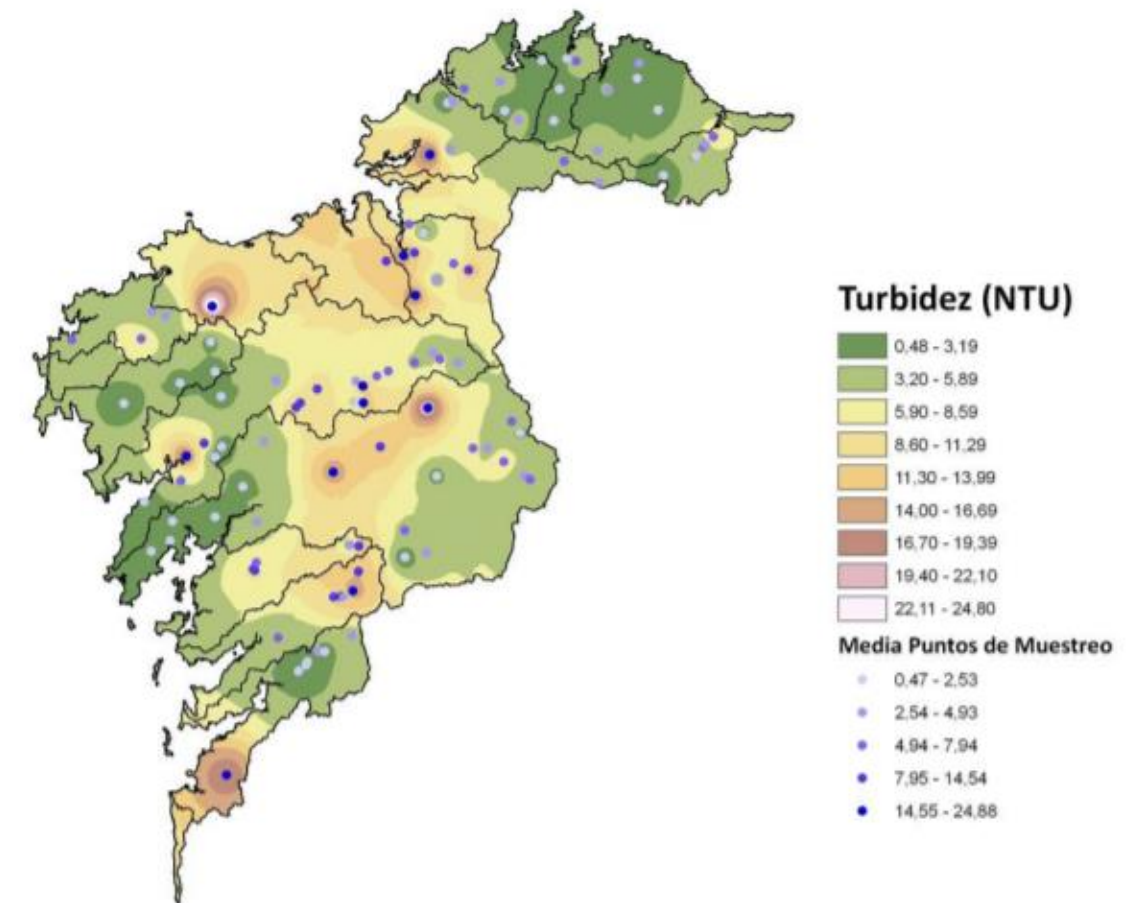


Figura 60: Mapa turbidez da Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa

3.- INDICADORES FISICOS

En referencia a los aspectos físicos, uno de los indicadores más importantes es la presencia de sólidos que alteren la apreciación visual que tenemos del agua. Los parámetros que evalúan este aspecto son turbidez, sólidos en suspensión y el color.

Como se puede apreciar en la imagen el rango de turbidez en la zona de la captación del río Mandeo estará entre 5.9 y 8,59 NTU.

-Rango sólido en suspensión:

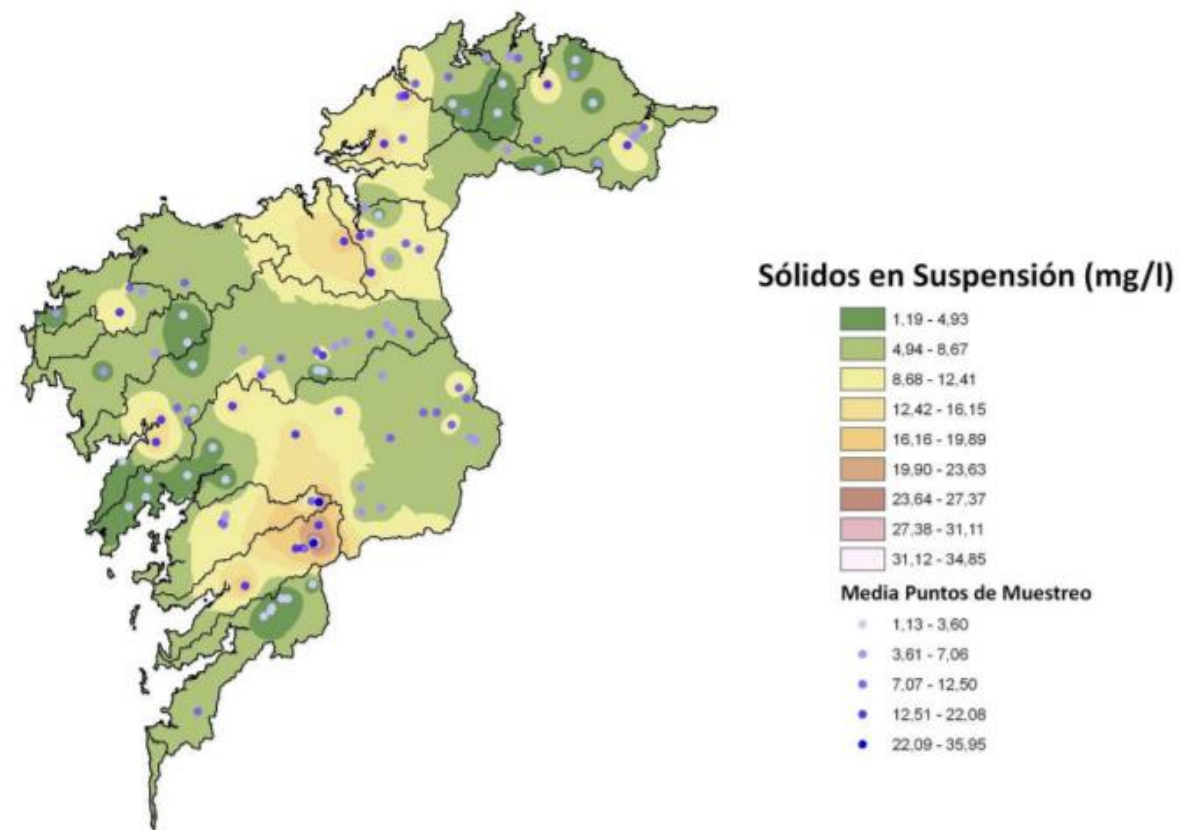


Figura 61: Mapa de sólidos en suspensión la demarcación hidrográfica de Galicia Costa

Los sólidos en suspensión en la zona donde se realizara la captación están entre 8,68 y 12,41 mg/l.

-Rango de color:

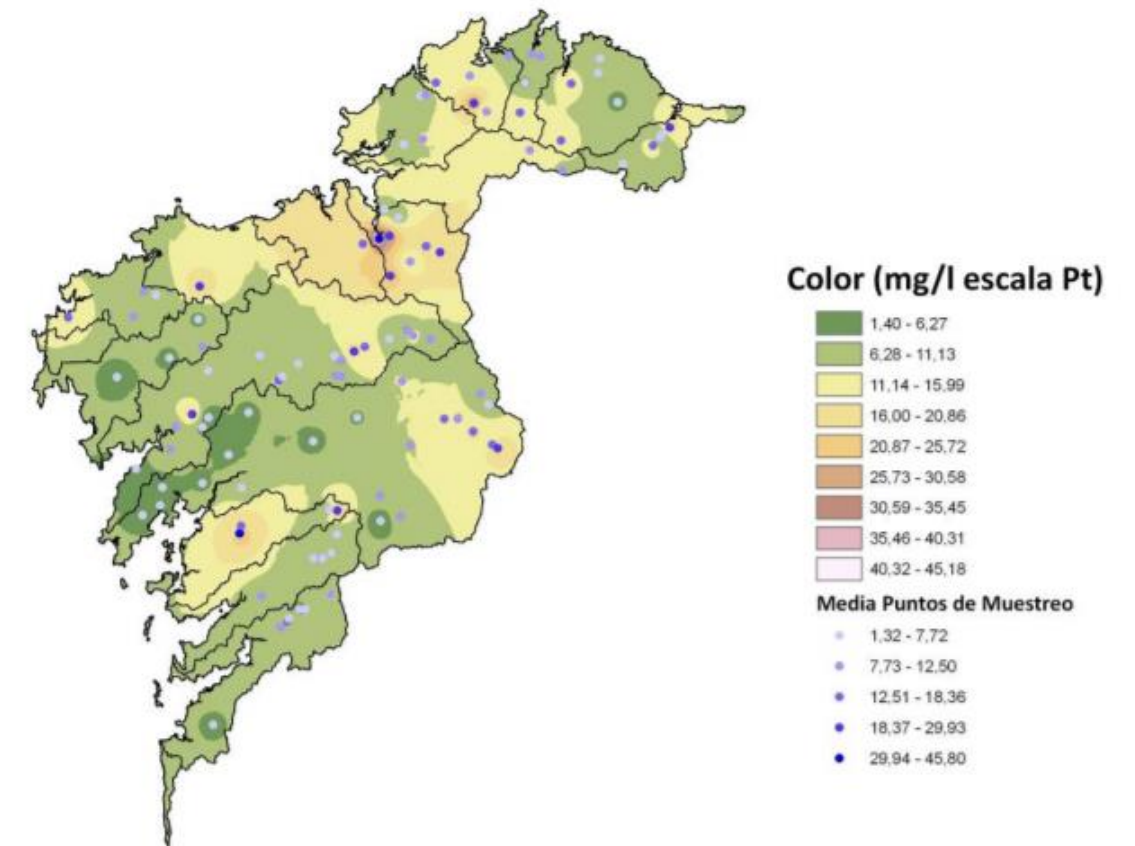


Figura 62: Mapa de color na Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa

El rango de color en la zona del río Mandeo donde se realizara la captacion esta entre 11,14 y 15,99 mg/l en la escala Pt.

-Rango de conductividad:

La conductividad se define como la capacidad que presenta el agua para conducir la electricidad debido a las sales que lleva disueltas. Las sales disueltas en el agua están condicionadas, en primer lugar, por las características del suelo por donde circula el curso del agua, y entre los iones que aparecen de forma más habitual se encuentran el sodio, el calcio, el magnesio, el bicarbonato, el sulfato y el cloruro. A continuación se muestran una serie de planos con rangos de concentración existentes en la demarcación de Galicia-Costa, de los iones más representativos.

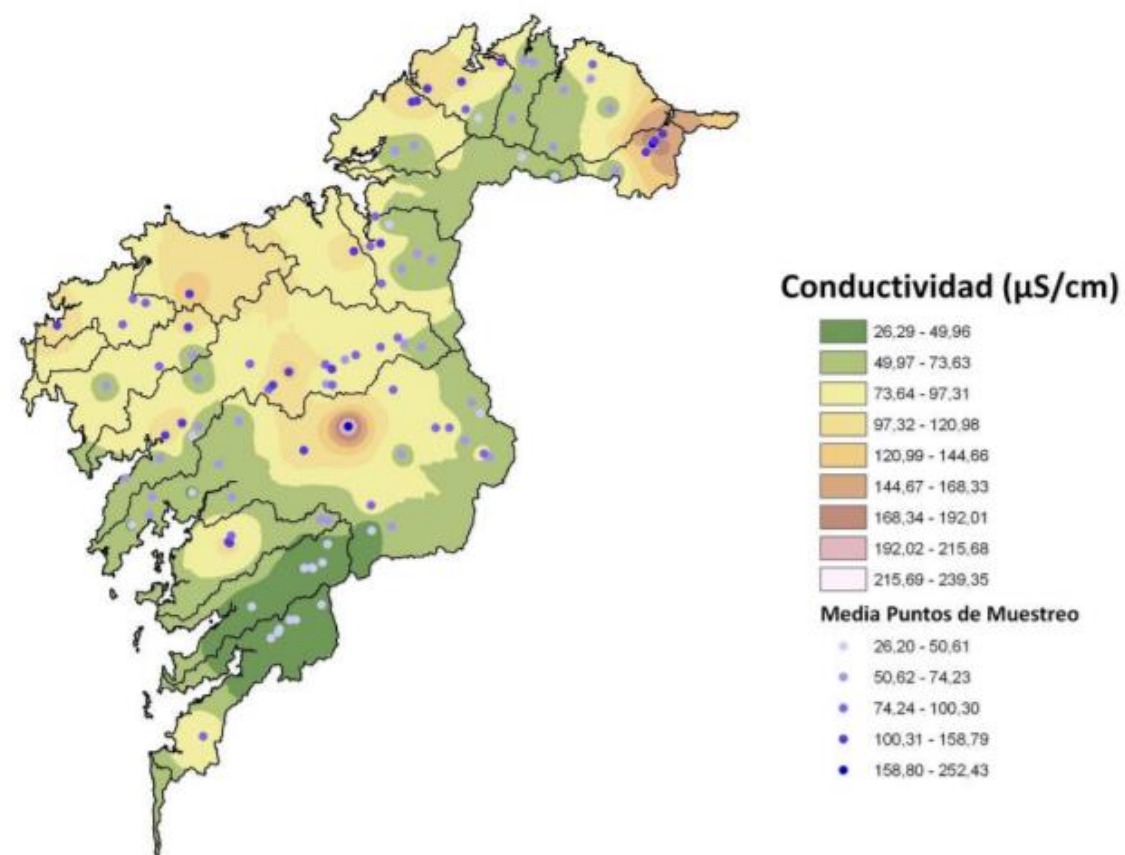


Figura 63: Mapa de conductividades da Demarcación hidrográfica de Galicia-Costa

La conductividad en la zona donde se construirá la captación en el río Mandeo es de entre 73,64 y 97,31 $\mu\text{S/cm}$.

-Rango de iones calcio:

^

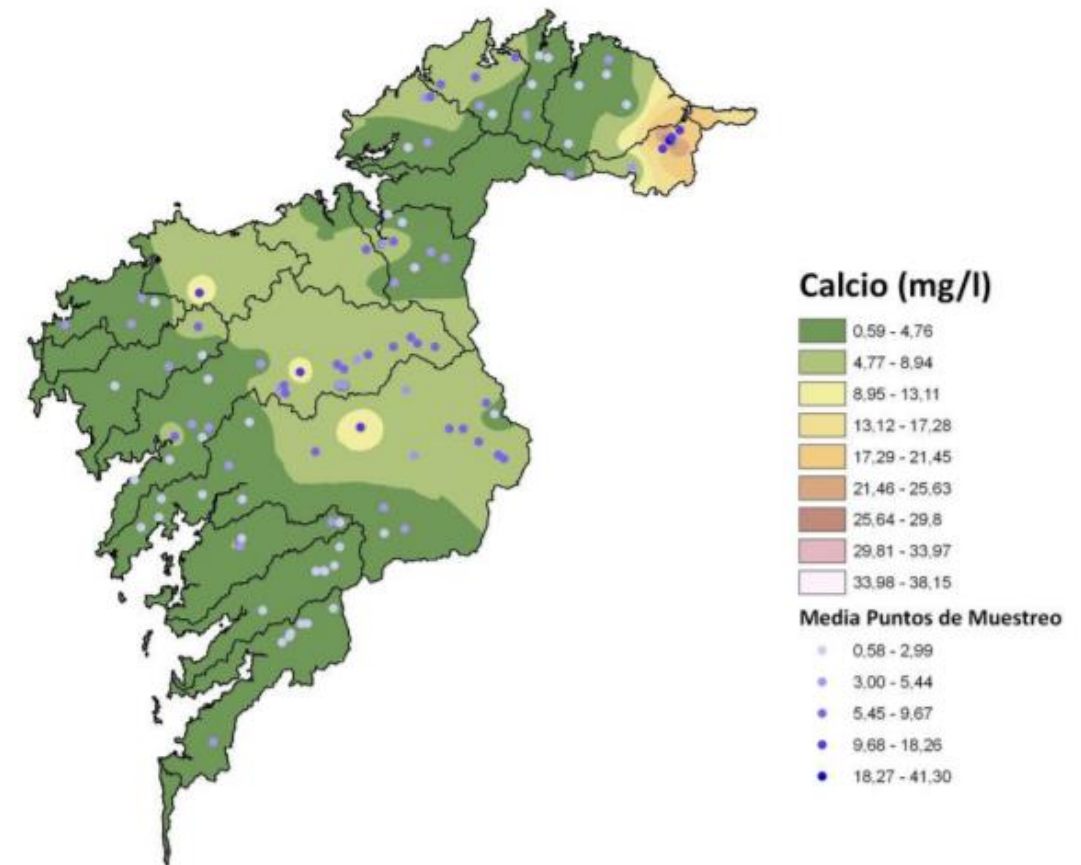


Figura 64: Mapa de ión calcio na Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa

En la misma zona donde se construirá la captación el rango de iones calcio estará entre 4,77 y 9,94 mg/l .

-Rango de iones magnesio:

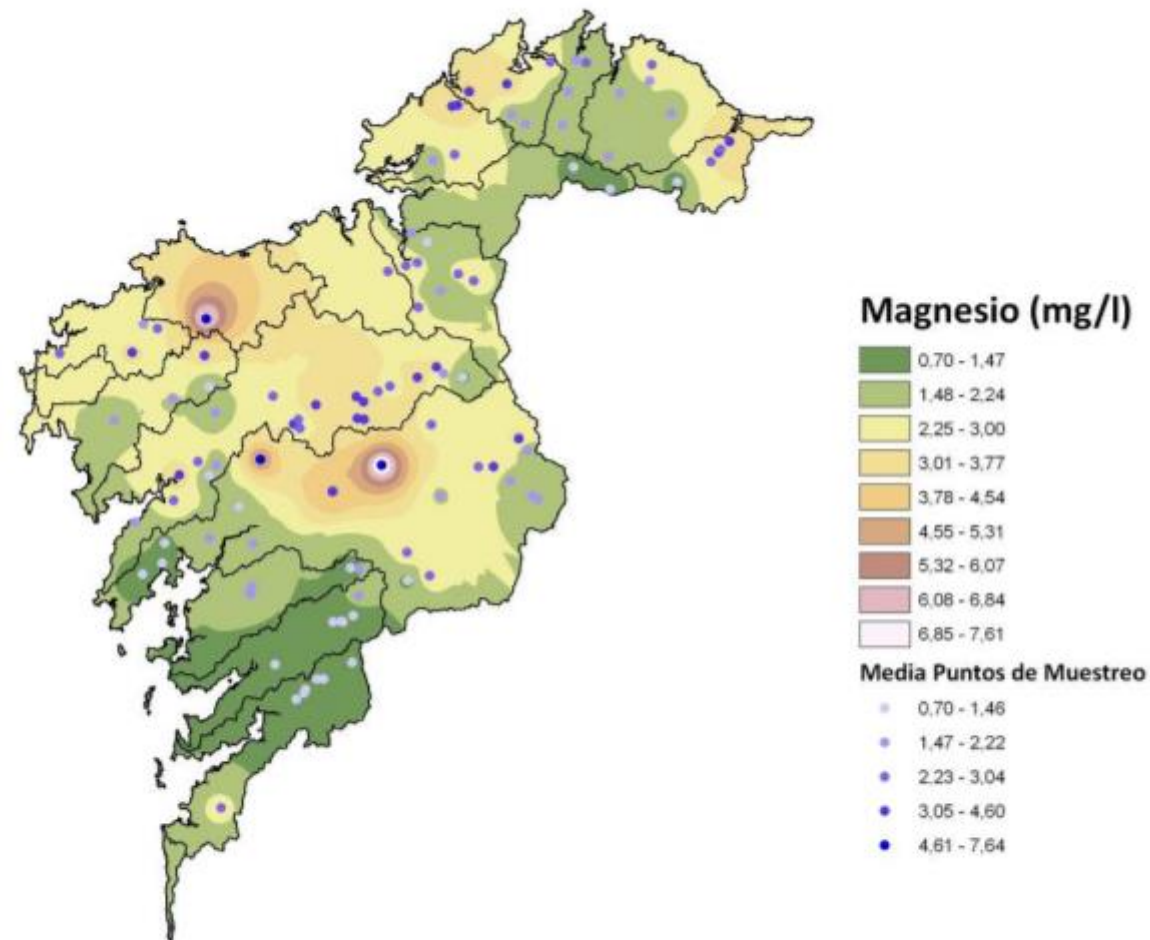


Figura 65: Mapa de ión magnesio na Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa

El rango de iones magnesio en la zona donde se construirá la captación está entre 2,25 y 3,00 mg/l.

-Rango de iones cloruro:

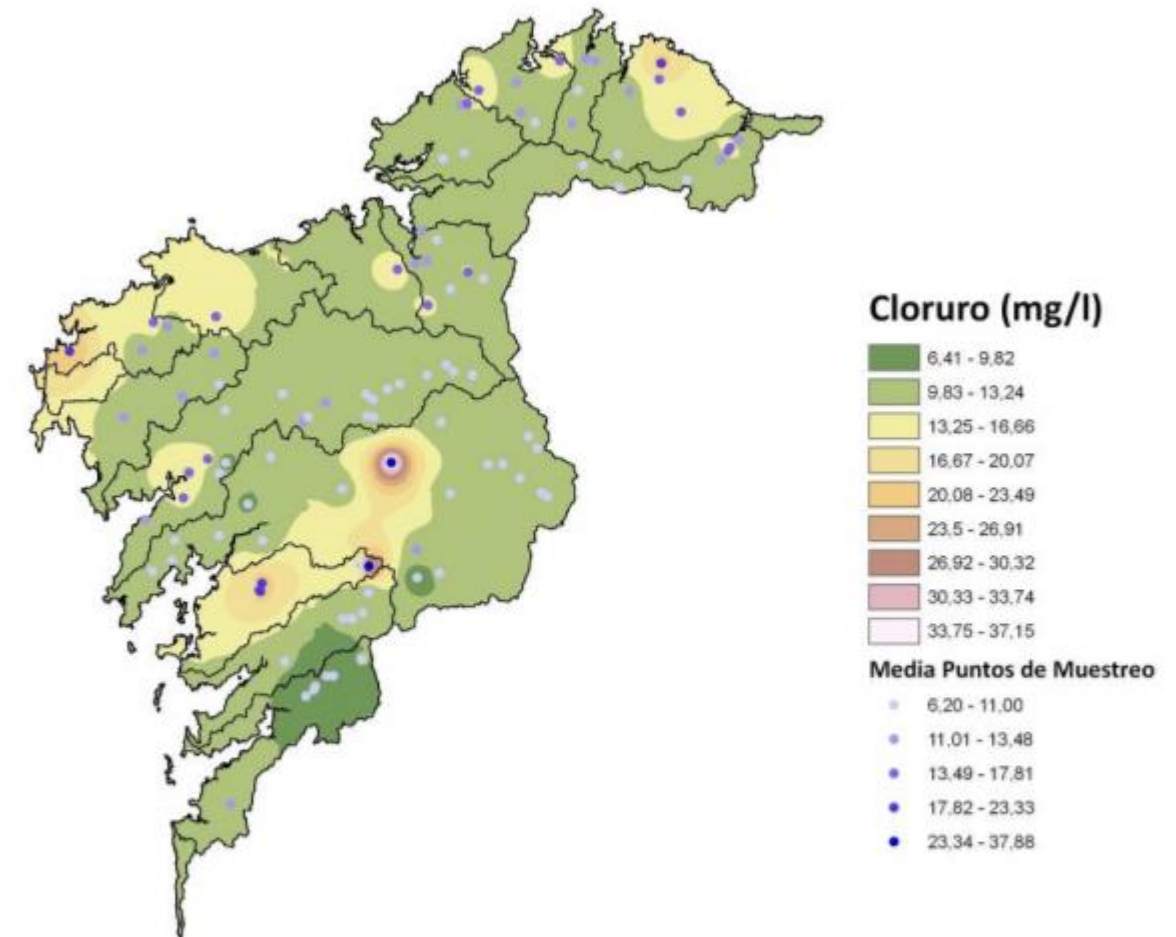


Figura 66: Mapa de ión cloruro na Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa

El rango de iones cloruro en la zona donde se construirá la captación está entre 9,83 y 13,24 mg/l.

4.- INDICADORES QUIMICOS:

-Rango de pH:

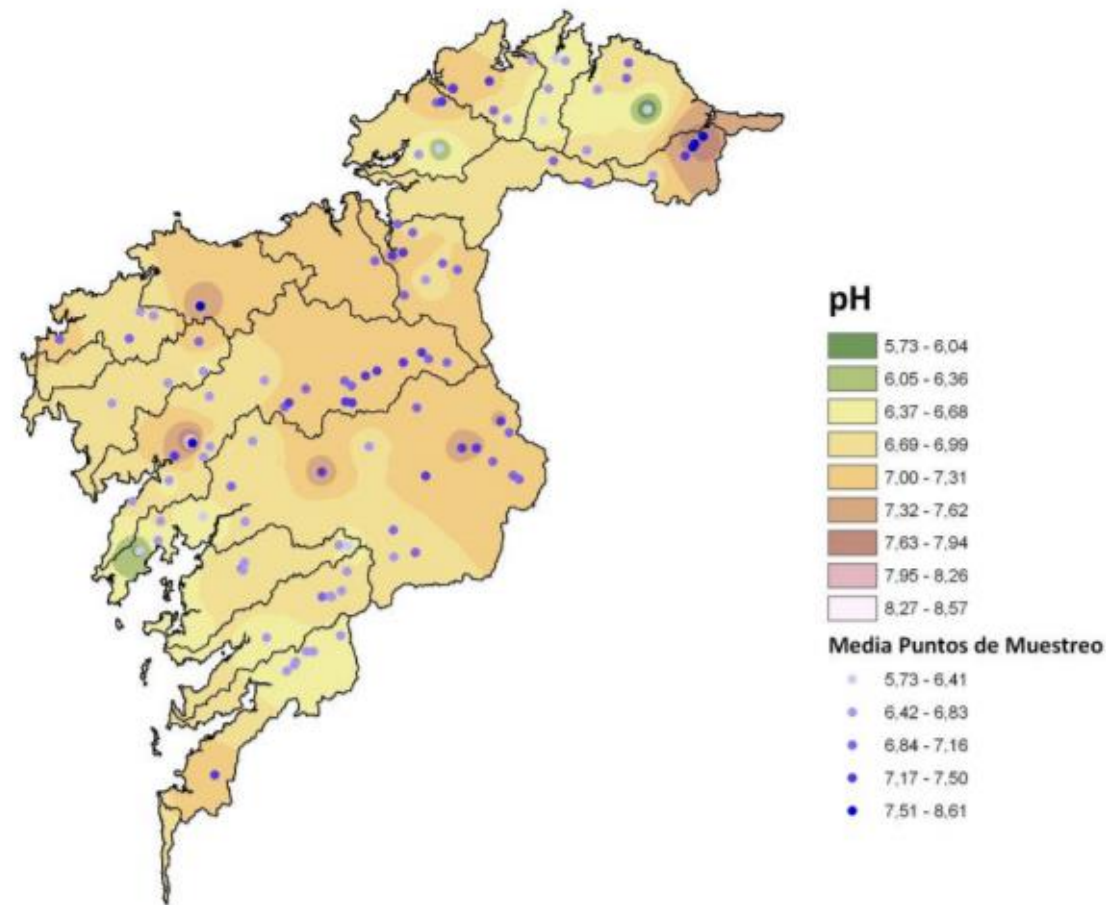


Figura 67: Mapa de pH na Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa

El rango de Ph está entre 7,00 y 7,31 en la zona donde se realizara la captacion.

-Dureza:

En líneas generales, las aguas de Galicia Costa se caracterizan por ser “blandas”, es decir, los valores de dureza oscilan entre 0 y 60 mg/l de CaCO₃.

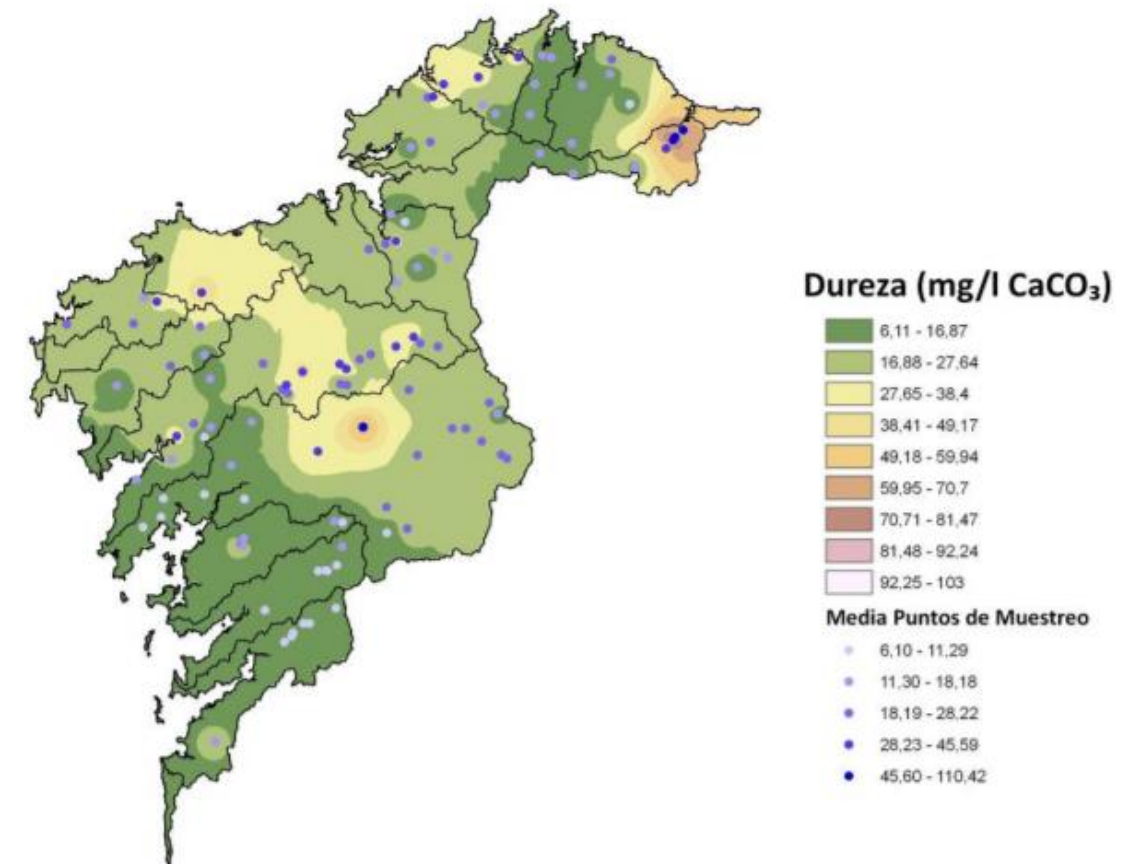


Figura 68: Mapa de dureza da auga na Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa

La dureza en el punto de estudio está entre 16,88 y 27,64 mg/l CaCO₃.

-Oxígeno disuelto:

El oxígeno disuelto fue tradicionalmente uno de los indicadores de calidad más utilizados para el medio fluvial. La razón es su participación en muchos de los procesos que tienen lugar en el medio acuático y, por tanto, en su capacidad de ofrecer una medida global del estado del ecosistema.

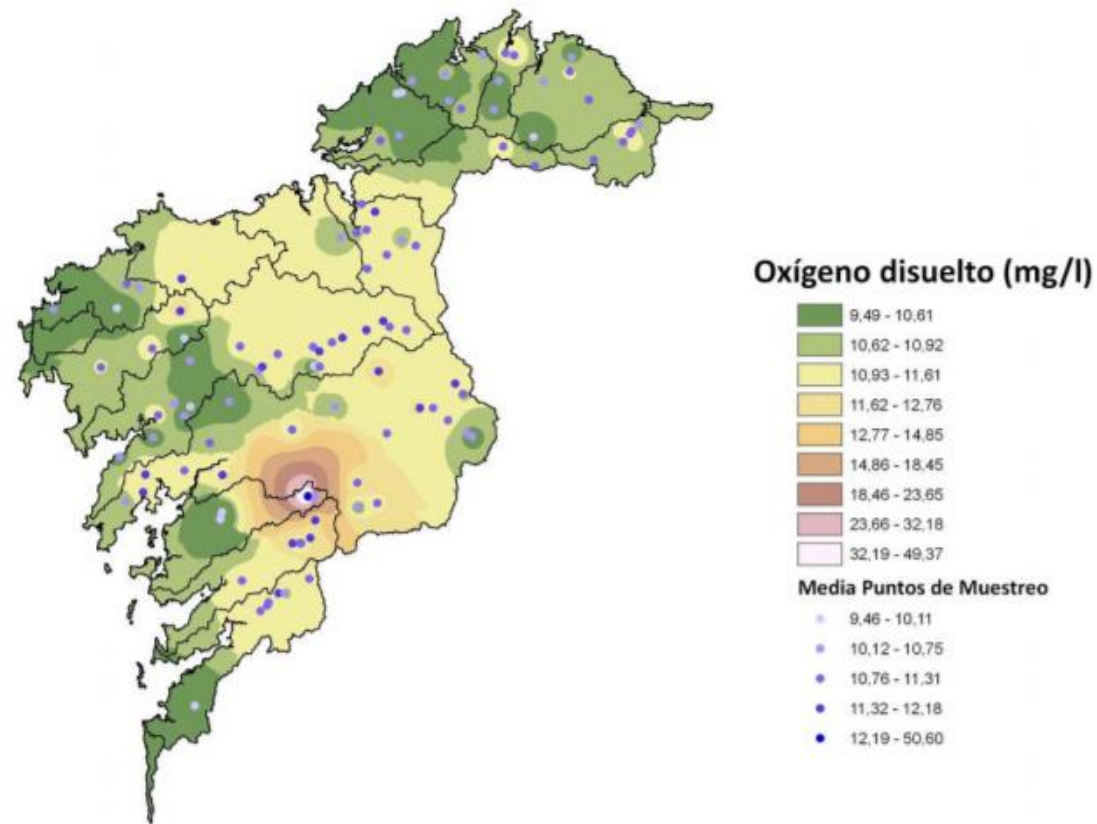


Figura 69: Mapa de oxígeno disuelto en la demarcación hidrográfica de Galicia Costa

El oxígeno disuelto está entre 10,93 y 11,61 mg/l en la zona donde se construirá la captación.

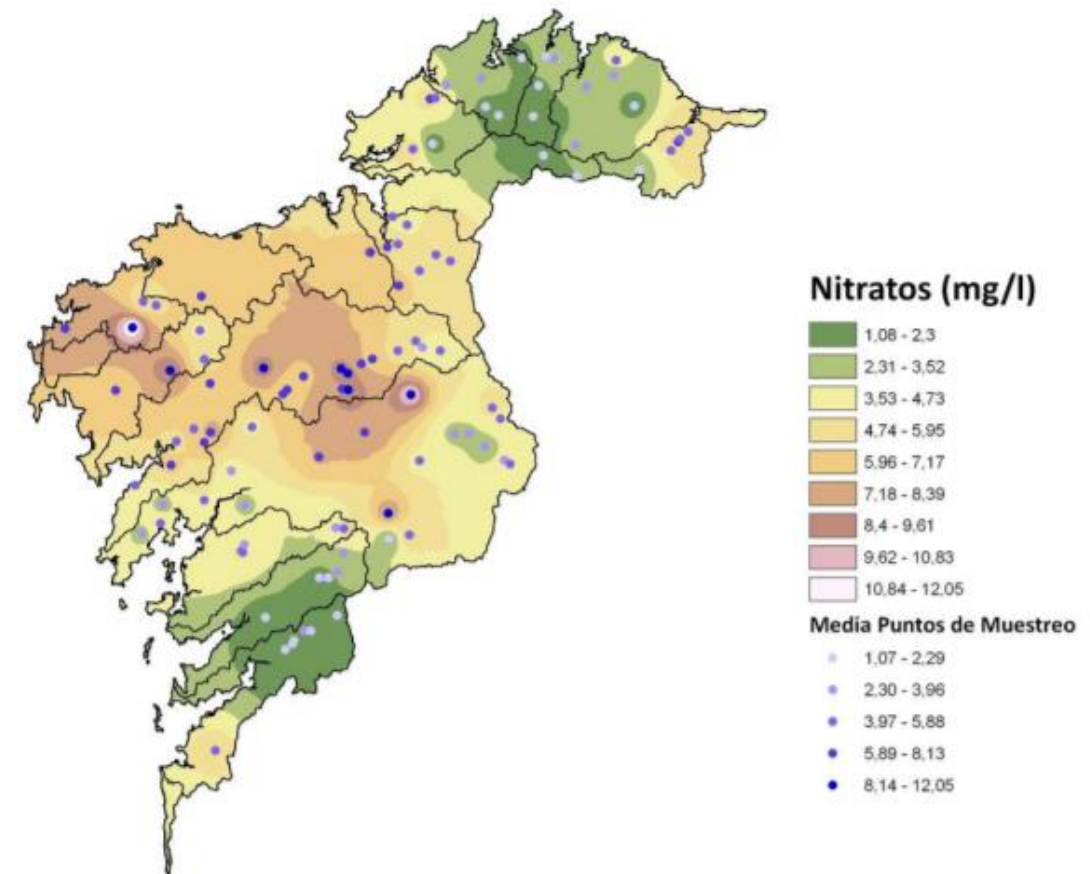
-Nitratos:

Figura 70: Mapa de nitratos na Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa

Los nitratos están entre 4,74 y 5,95 mg/l en la zona de estudio.

5.- INDICADORES DE CALIDAD BIOLOGICOS

Los indicadores para la evaluación de los elementos de calidad biológica de los ríos que figuran en la normativa de aplicación vigente son los que se incluyen en la siguiente tabla:

Elemento de calidade	Indicador
Flora acuática: organismos fitobentónicos	Índice de Polusensibilidade específica (IPS)
	Multimétrico de diatomeas (MDIAT)
Fauna bentónica de invertebrados	Iberian Biomonitoring Working Parte (IBMWP)
	Multimétrico específico do tipo (METI)
Fauna ictiolóxica	Proporción de individuos de especies autóctonas

La evaluación de los indicadores biológicos de los ríos de la Demarcacion de Galicia-Costa se llevó a cabo a partir del estado de los macrovertebrados bentónicos, con índices actualmente intercalibrados para las tipologías de masas de agua presentes en esta demarcación e internacionalmente aceptados como indicadores óptimos para la detección y seguimiento de distintos tipos de presiones, incluyendo la contaminación térmica u orgánica, la eutrofización, alteraciones de la morfología del lecho, etc.

El método emepleado para evaluar este indicador fue el “sistema multicriterio específico de tipo” o METI, basado en la combinación de métricos seleccionados y combinados según su relación con gradientes de presión y en función de su eficiencia discriminatoria entre condiciones de referencia y tramos sometidos a presiones.

Siguiendo las prescripciones de la IPH de la DHGC, los resultados de esta evaluación se expresaron en ratios de Calidad Ecológica, es decir, como relación entre los valores observados en la masa de agua y los correspondientes a los valores de referencia del tipo al que pertenece la masa. Para el establecimiento de los valores se adoptaron los valores de los resultados de los ejercicios de intercalibración en el GIG de ríos Centrales/Bálticos para las tipologías presentes en Galicia-Costa.

Tipoloxía		Condición de referencia	Límite de cambio de clase			
Intercalibración UE	Tipo		Moi bo/Bo	Bo/ Moderado	Moderado/ Deficiente	Deficiente/ Malo
RC2	30. Ríos costeiros cántabro-atlánticos	7,978	0,93	0,7	0,5	0,25
RC3	21. Ríos cántabro-atlánticos silíceos	6,026	0,93	0,7	0,5	0,25
RC3	25. Ríos de montaña húmida silícea	6,026	0,93	0,7	0,5	0,25
RC4	31. Pequenos eixos cántabro-atlánticos silíceos	5,98	0,93	0,7	0,5	0,25
RC5	28. Eixos fluviais principais cántabro-atlánticos silíceos	6,182	0,93	0,7	0,5	0,25

Táboa 2: Condicións de referencia e límites de cambio de clase para o METI nas tipoloxías de ríos presentes en Galicia-Costa.

Estado en función dos elementos de calidade biolóxicos:

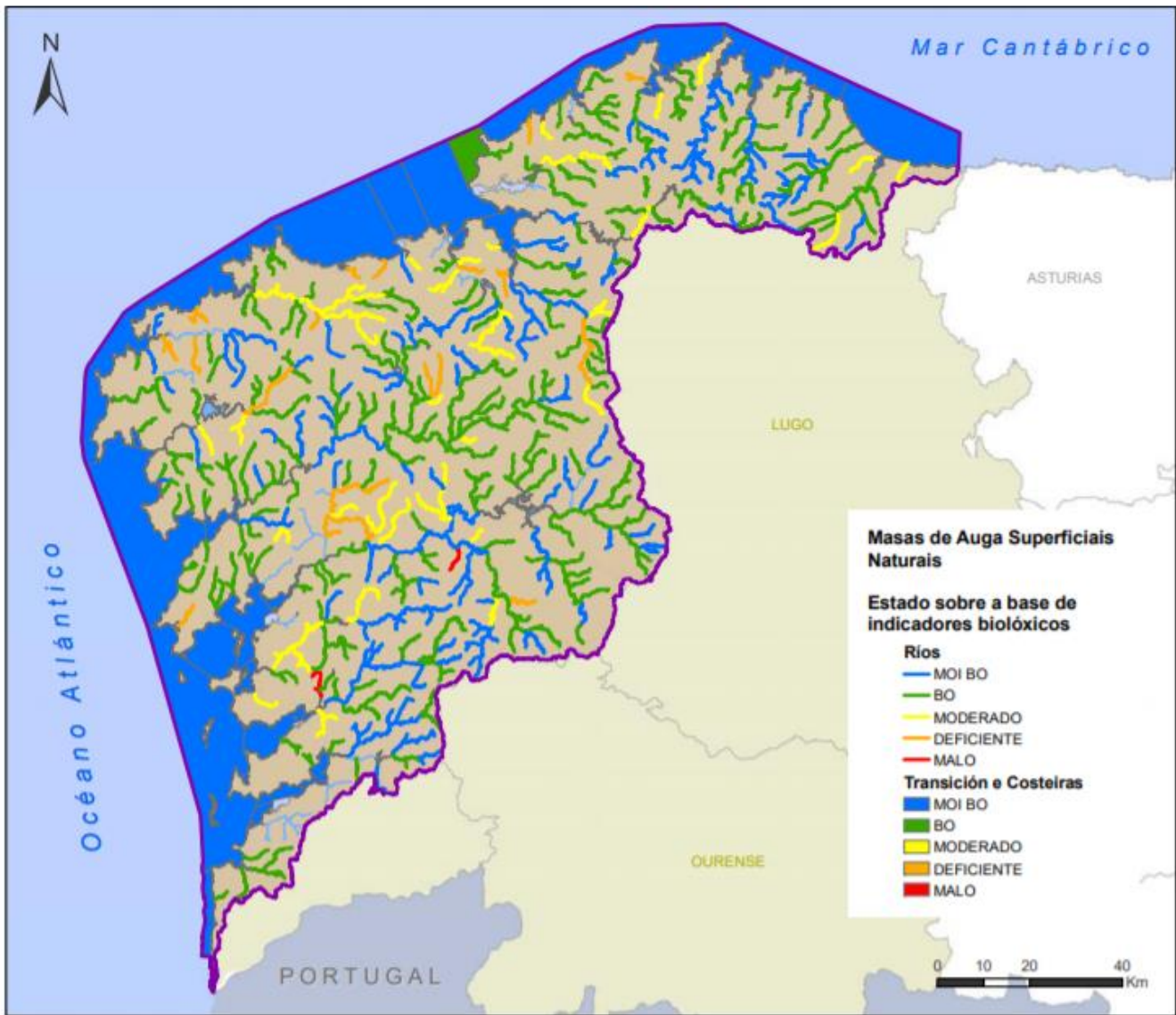


Figura 2: Estado das masas de auga superficiais naturais sobre a base a indicadores biolóxicos.

El estado biológico de la zona del rio Mandeo donde se realizará la captación es muy bueno como se puede apreciar en la figura, según la metodología previamente explicada.

6.- ESTADO TOTAL

Código masa	Nome da masa	Natureza	Categoría	Estado/ Potencial ecolóxico	Estado químico	Estado total
ES.014.NR.111.000.03.00	Río Mandeo	Masa de auga natural	Río	Bo	Bo	Bo ou mellor

Según el plan hidrológico de la Demarcación hidrográfica de Galicia-Costa el Estado total de la zona del río Mandeo donde se construirá la captación será bueno o mejor.

7.- RECURSO HIDRICO

La zona del río Mandeo donde realizaremos la captación se encuentra en el sistema de explotación Río Mandeo y Ría de Betanzos, que es uno de los sistemas mas importantes de la demarcación hidrográfica Galicia-Costa, y tiene una superficie de vacía hidrológica de 617 km². El volumen de precipitación media total sobre ella es de 887 hm³/año en la serie 1980/81-2011/12, de los cuales 377 hm³/año (42%) retornan a la atmosfera a través de la evaporación y el resto se convierte en escorrentía superficial y subterránea, como se muestra en las siguientes tablas y en menor cuantía en transferencias subterráneas al mar o a otros territorios.

Del total de los recursos hídricos, el 27% tiene origen subterráneo, según la serie 1980/81-2011/12 del SIMPA.

DATOS ANUAIS	PRECIPITACIÓN	ANO OCORRENCIA	APORTACIÓN ANUAL	ANO OCORRENCIA
VALOR MÍNIMO	908,51 mm	1988 / 1989	221,55 hm ³	1988 / 1989
VALOR MEDIO	1.436,53 mm		500,00 hm ³	
VALOR MÁXIMO	2.201,14 mm	2000 / 2001	974,52 hm ³	2000 / 2001
COEF. VARIACIÓN	0,20		0,36	
COEF. SESGO	0,53		0,64	
AUTOCORRELACIÓN 1	-0,12		-0,09	

Táboa 88: Estatísticos básicos das series anuais de aportación (hm³/ano) e precipitación (mm/ano) no SE 12. Serie 1980/81-2011/12

VALORES MEDIOS	UNIDADE	OCT	NOV	DEC	XAN	FEB	MAR	ABR	MAI	XUÑ	XULL	AGO	SET	ANUAL
PRECIPITACIÓN	mm	181,3	179,7	205,3	160,5	127,8	115,0	130,7	107,3	57,4	41,0	46,6	83,9	1.436,5
ET POTENCIAL	mm	40,6	23,9	19,1	19,8	30,0	46,6	61,9	76,4	96,0	101,5	93,2	67,9	676,9
ET REAL	mm	39,4	23,5	18,8	19,5	29,5	45,5	60,3	73,7	89,7	85,8	68,8	56,0	610,3
RECARGA SUB.	hm ³	13,6	16,8	20,4	19,5	17,8	15,3	15,8	12,8	5,3	1,8	1,4	4,3	144,9

VALORES MEDIOS	UNIDADE	OCT	NOV	DEC	XAN	FEB	MAR	ABR	MAI	XUÑ	XULL	AGO	SET	ANUAL
Q SUP.	hm ³	32,0	49,5	79,0	62,3	43,9	34,7	34,6	20,2	3,9	0,7	0,6	3,7	365,1
Q SUB.	hm ³	6,5	9,3	12,2	14,5	15,4	15,3	14,9	14,2	12,0	8,8	6,3	5,2	134,8
Q TOTAL	hm ³	38,5	58,8	91,2	76,8	59,3	50,0	49,5	34,5	15,8	9,6	6,9	9,0	500,0

Táboa 89: Promedios mensuais no SE 12. Serie 1980/81-2011/12

A continuación se muestran los diferentes estadísticos de las variables hidrológicas en la serie 1940/41-2011/12 del S.E. Río Mandeo y Ría de Betanzos, obtenidos del SIMPA.

DATOS ANUAIS	PRECIPITACIÓN	ANO OCORRENCIA	APORTACIÓN ANUAL	ANO OCORRENCIA
VALOR MÍNIMO	908,51 mm	1988 / 1989	221,55 hm ³	1988 / 1989
VALOR MEDIO	1.451,41 mm		512,76 hm ³	
VALOR MÁXIMO	2.201,14 mm	2000 / 2001	974,52 hm ³	2000 / 2001
COEF. VARIACIÓN	0,19		0,34	
COEF. SESGO	0,39		0,52	
AUTOCORRELACIÓN 1	0,00		0,01	

Táboa 90: Estatísticos básicos das series anuais de aportación (hm³/ano) e precipitación (mm/ano) no SE 12. Serie 1940/41-2011/12

VALORES MEDIOS	UNIDADE	OCT	NOV	DEC	XAN	FEB	MAR	ABR	MAI	XUÑ	XULL	AGO	SET	ANUAL
PRECIPITACIÓN	mm	156,9	176,9	201,9	175,2	143,3	133,8	120,3	105,8	60,9	37,1	52,7	86,6	1.451,4
ET POTENCIAL	mm	40,2	23,7	19,0	19,6	29,4	45,6	60,4	75,0	94,7	100,5	91,2	66,3	665,7
ET REAL	mm	39,1	23,4	18,8	19,4	29,1	44,7	59,1	72,6	88,7	85,6	70,2	57,4	607,9
RECARGA SUB.	hm ³	12,0	16,6	20,5	20,4	18,3	17,1	15,6	13,1	6,1	1,6	2,0	4,4	147,8
Q SUP.	hm ³	24,4	47,1	75,3	70,1	53,3	43,5	29,8	19,5	4,5	0,8	1,3	3,7	373,5
Q SUB.	hm ³	6,5	9,1	12,2	14,7	15,9	16,1	15,7	14,8	12,5	9,3	6,7	5,5	139,2
Q TOTAL	hm ³	31,0	56,3	87,5	84,8	69,3	59,6	45,6	34,4	17,1	10,0	8,0	9,2	512,8

Táboa 91: Promedios mensuais no SE 12. Serie 1940/41-2011/12

El sistema se sitúa sobre las masas de agua subterráneas “Coruña-Betanzos-Ares-Ferrol” y “Mero-Mandeo”, de los cuales acercan un recurso renovable en total de 148 hm³/año, de los cuales 134 hm³/año (90%) no están sujetos a las restricciones ambientales. La aportación media total de la red

hidrográfica en la serie 19080/81-2011/12 es de 484 hm³/año, considerando la escorrentía superficial y subterránea sobre la base del SIMPA MODIFICADO, de los cuales por lo menos 80 hm³/año se reservan para mantener la vida piscícola y la vegetación de ribera. Por eso el recurso disponible en el S.E. Río Mandeo e Ría de Betanzos es de 404 hm³/año.

CAUDAL TOTAL. SERIE CURTA (1980/81 – 2011/12)													TOTAL ANUAL
	OCT	NOV	DEC	XAN	FEB	MAR	ABR	MAI	XUÑ	XULL	AGO	SET	
MAX	98,03	165,42	202,58	197,58	145,36	153,98	124,77	107,08	36,74	22,04	14,30	26,92	922,31
MED	33,37	58,63	85,98	76,23	56,30	48,47	44,40	34,37	17,32	10,85	7,98	9,63	483,53
MIN	3,96	3,12	3,12	4,81	9,86	6,93	8,96	10,63	7,65	5,58	3,91	2,76	217,86

Táboa 92: Estatísticos básicos en el S.E.12 das series mensuais e anuais da aportación (hm³/ano) da serie 1980/81 – 2011/12, en base ao SIMPA MODIFICADO.

CAUDAL TOTAL. SERIE LONGA (1940/41 – 2011/12)													TOTAL ANUAL
	OCT	NOV	DEC	XAN	FEB	MAR	ABR	MAI	XUÑ	XULL	AGO	SET	
MAX	98,03	165,42	223,47	197,58	171,05	221,69	124,77	107,08	41,82	27,97	38,14	26,92	922,31
MED	28,12	53,16	84,09	82,55	63,80	56,03	42,32	34,08	18,79	11,44	9,05	10,01	493,47
MIN	3,73	3,12	3,12	4,81	9,86	6,93	8,96	10,57	7,22	5,20	3,91	2,76	217,86

Táboa 93: Estatísticos básicos no S.E. 12 das series mensuais e anuais da aportación (hm³/ano) da serie 1940/41 – 2011/12, en base ao SIMPA MODIFICADO.



ANEJO Nº3: ESTUDIO HIDROLOGICO



INDICE

1.- OBJETO

2.- CALCULO DEL AREA DE LAS CUENCAS

3.- CALCULO DEL CAUDAL DE ESTIAJE

4.- CONCLUSIONES

1.- OBJETO

El objeto de este anejo es el estudio de la disponibilidad de caudal suficiente en el río Mandeo para cubrir el déficit de caudal que actualmente y en los próximos 25 años se producirá en el río Mendo (actual punto de suministro para el abastecimiento de Betanzos).

Para este estudio se utilizara la ITOHG-ABA-1/6. El análisis propuesto, orientado a determinar el potencial de uso de una captación se centra, desde el punto de vista probabilístico, en su respuesta en años extremadamente secos con probabilidades de ocurrencia del 75%, 90%, 95% e 99% respectivamente. Para cada uno de estos años característicos se deben analizar los meses mas deficitarios, es decir, los de período de estiaje correspondientes a julio, agosto y septiembre, que son los de mayor demanda desde el punto de vista del consumo. A parte de este análisis también tendremos en cuenta el caudal ecológico en el punto de estudio, y el caudal extraído del río aguas arriba de nuestro punto de captación, descontándolos del caudal de estiaje hallado, para así obtener el caudal disponible en cada uno de los ríos que afectan a nuestro presente proyecto.

En este anejo se estudiarán los caudales disponibles tanto en el río Mendo en el punto de captación actual para el abastecimiento de la población de Betanzos, como para el punto de captación que proponemos para cubrir el déficit de caudal de dicho río, en el río Mandeo.

2.- CALCULO DEL AREA DE LAS CUENCAS

Para el cálculo del área de las cuencas cuyo punto de desagüe es nuestro punto de captación, utilizamos el Visor Xeográfico de Aguas de Galicia. Obteniendo los siguientes resultados:

Rio	Superficie (km2)
Mendo	90,26
Mandeo	350,3095

3.- CALCULO DE CAUDAL DE ESTIAJE

El primer paso es la definición del caudal medio de una cuenca (Q_0) en el punto de captación. Se obtiene a partir de la siguiente ecuación rexional:

$$Q_0 = 0.1198 A c^{0.772} (R^2 = 0.986)$$

Esta ecuación se obtuvo a partir del análisis regional de las estaciones de aforamiento de Galicia. Dado que cada cuenca presenta un área distinta mediante una regresión exponencial se llega a la expresión propuesta, en la que el área se expresa en km² y el caudal en m³/s.

A partir del caudal medio se define el caudal de un año seco de la captación correspondiente a un determinado grado de severidad de la sequia. Se analizan años característicos con probabilidades del 75, 90, 95 y 99 (según la ITOHG), a pesar de ello, aquí haremos un cálculo para mas preciso para obtener una mayor aproximación con probabilidades mas concretas. Para ello interpolaremos linealmente los valores del factor de probabilidad (X_p), que se necesitaran para hallar el caudal anual correspondiente a una probabilidad de excedencia p dada (Q_p):

$$Q_p = Q_0 \cdot X_p$$

Donde:

Q_0 : Caudal media anual (m³/s)

X_p : Factor de probabilidad (según la siguiente tabla)

Periodo de retorno (años)	4	8	9	10	11	13	14	17	20	25	35	50	100
Pr	75%	87,5%	89%	90%	91%	92%	93%	94%	95%	96%	97%	98%	99%
X_p	0,693	0,544	0,526	0,514	0,496	0,478	0,459	0,441	0,423	0,387	0,35	0,314	0,277

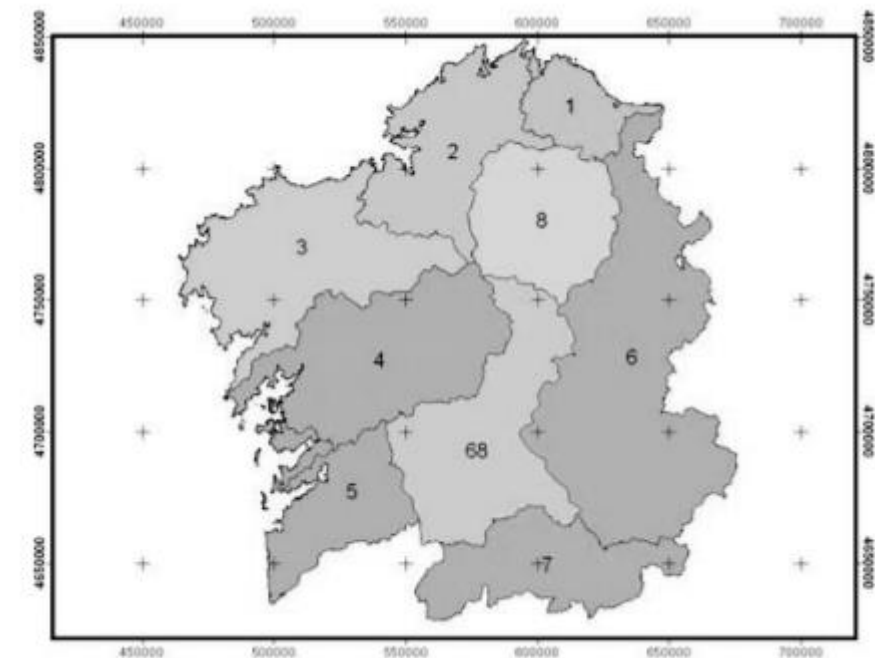
Tenemos para el río Mendo:

AREA DE LA CUENCA (km2)	90,26
Q medio	
Caudal medio de la cuenca Q_0 (l/s)	3,873
Caudal medio año seco $P=75\%$ ($T=4$ años) (m ³ /s)	2,684
Caudal medio año seco $P=87,5\%$ ($T=8$ años) (m ³ /s)	2,107
Caudal medio año seco $P=89\%$ ($T=9$ años) (m ³ /s)	2,037
Caudal medio año seco $P=90\%$ ($T=10$ años) (m ³ /s)	1,991
Caudal medio año seco $P=91\%$ ($T=11$ años) (m ³ /s)	1,920
Caudal medio año seco $P=92\%$ ($T=13$ años) (m ³ /s)	1,850
Caudal medio año seco $P=93\%$ ($T=14$ años) (m ³ /s)	1,779
Caudal medio año seco $P=94\%$ ($T=17$ años) (m ³ /s)	1,709
Caudal medio año seco $P=95\%$ ($T=20$ años) (m ³ /s)	1,638

Caudal medio año seco P=96% (T=25 años) (m3/s)	1,497
Caudal medio año seco P=97% (T=35 años) (m3/s)	1,356
Caudal medio año seco P=98% (T=50 años) (m3/s)	1,214
Caudal medio año seco P=99% (T=100 años) (m3/s)	1,073

Y ahora para el rio Mandeo:

AREA DE LA CUENCA (km2)	350,3095
Q medio	
Caudal medio de la cuenca Qo (l/s)	11,035
Caudal medio año seco P=75% (T=4 años) (m3/s)	7,647
Caudal medio año seco P=87,5% (T=8 años) (m3/s)	6,001
Caudal medio año seco P=89% (T=9 años) (m3/s)	5,804
Caudal medio año seco P=90% (T=10 años) (m3/s)	5,672
Caudal medio año seco P=91% (T=11 años) (m3/s)	5,471
Caudal medio año seco P=92% (T=13 años) (m3/s)	5,270
Caudal medio año seco P=93% (T=14 años) (m3/s)	5,069
Caudal medio año seco P=94% (T=17 años) (m3/s)	4,869
Caudal medio año seco P=95% (T=20 años) (m3/s)	4,668
Caudal medio año seco P=96% (T=25 años) (m3/s)	4,265
Caudal medio año seco P=97% (T=35 años) (m3/s)	3,862
Caudal medio año seco P=98% (T=50 años) (m3/s)	3,459
Caudal medio año seco P=99% (T=100 años) (m3/s)	3,057



Los coeficientes mensuales Cml y CmII suelen corresponder a los meses de agosto y septiembre, mientras que CmIII corresponde al mes de julio. La zona a estudiar será la 2 y en esta tabla obtenemos los valores y estudiaremos los meses de julio, agosto y septiembre porque aunque este coeficiente tenga uno de los tres como el mas restrictivo tenemos que estudiar las diferentes situaciones de déficit en los meses de julio, agosto y septiembre para ver en que meses tenemos déficit.

mes/zona	1	2	3	4	5	6	7	8	68
Xull	0.473	0.299	0.359	0.268	0.193	0.368	0.205	0.246	0.225
Ago	0.349	0.189	0.237	0.150	0.105	0.223	0.097	0.129	0.113
Set	0.373	0.177	0.237	0.184	0.152	0.203	0.090	0.140	0.115

El siguiente paso sería definir los coeficientes Cml, CmII, CmIII, denominados coeficientes mensuales de los meses mas deficitarios del año. Atendiendo a la distribución dentro del año y su forma, los hidrogramas adimensionales se dividieron en un total de 9 zonas en toda Galicia como se ve en la siguiente imagen:

Los caudales de estiaje en un año seco son los caudales mensuales de los tres meses mas deficitarios del año en el punto de la captación correspondiente a una probabilidad de excedencia dada. Se analizan años característicos con las probabilidades antes señaladas. Los valores QmpI se obtienen a partir de la siguiente expresión:

$$Q_{mp}^I = Q_p \cdot C_m^I$$

Dado que las cuencas se encuentran en la zona 2 se toman los valores correspondientes a dicha zona para cada mes. Analizamos primero la captación en el río Mendo. El caudal de estiaje para el mes de julio sería el siguiente:

Q estiaje	
Zona estiaje	2
Factor Cm	0,299
Caudal estiaje año seco P=75% (m3/s)	0,803
Caudal estiaje año seco P=87,5% (m3/s)	0,630
Caudal estiaje año seco P=89% (m3/s)	0,609
Caudal estiaje año seco P=90% (m3/s)	0,595
Caudal estiaje año seco P=91% (m3/s)	0,574
Caudal estiaje año seco P=92% (m3/s)	0,553
Caudal estiaje año seco P=93% (m3/s)	0,532
Caudal estiaje año seco P=94% (m3/s)	0,511
Caudal estiaje año seco P=95% (m3/s)	0,490
Caudal estiaje año seco P=96% (m3/s)	0,448
Caudal estiaje año seco P=97% (m3/s)	0,405
Caudal estiaje año seco P=98% (m3/s)	0,363
Caudal estiaje año seco P=99% (m3/s)	0,321

Para el mes de agosto:

Q estiaje	
Zona estiaje	2
Factor Cm	0,189
Caudal estiaje año seco P=75% (m3/s)	0,507
Caudal estiaje año seco P=87,5% (m3/s)	0,398
Caudal estiaje año seco P=89% (m3/s)	0,385
Caudal estiaje año seco P=90% (m3/s)	0,376
Caudal estiaje año seco P=91% (m3/s)	0,363
Caudal estiaje año seco P=92% (m3/s)	0,350
Caudal estiaje año seco P=93% (m3/s)	0,336
Caudal estiaje año seco P=94% (m3/s)	0,323
Caudal estiaje año seco P=95% (m3/s)	0,310
Caudal estiaje año seco P=96% (m3/s)	0,283
Caudal estiaje año seco P=97% (m3/s)	0,256
Caudal estiaje año seco P=98% (m3/s)	0,230
Caudal estiaje año seco P=99% (m3/s)	0,203

Para el mes de septiembre:

Q estiaje	
Zona estiaje	2
Factor Cm	0,177

Caudal estiaje año seco P=75% (m3/s)	0,475
Caudal estiaje año seco P=87,5% (m3/s)	0,373
Caudal estiaje año seco P=89% (m3/s)	0,361
Caudal estiaje año seco P=90% (m3/s)	0,352
Caudal estiaje año seco P=91% (m3/s)	0,340
Caudal estiaje año seco P=92% (m3/s)	0,327
Caudal estiaje año seco P=93% (m3/s)	0,315
Caudal estiaje año seco P=94% (m3/s)	0,302
Caudal estiaje año seco P=95% (m3/s)	0,290
Caudal estiaje año seco P=96% (m3/s)	0,265
Caudal estiaje año seco P=97% (m3/s)	0,240
Caudal estiaje año seco P=98% (m3/s)	0,215
Caudal estiaje año seco P=99% (m3/s)	0,190

Para el río Mandeo tendríamos los siguientes valores para el caudal de estiaje. Para el mes de julio tenemos:

Q estiaje	
Zona estiaje	2
Factor Cm	0,299
Caudal estiaje año seco P=75% (m3/s)	2,287
Caudal estiaje año seco P=87,5% (m3/s)	1,794
Caudal estiaje año seco P=89% (m3/s)	1,735
Caudal estiaje año seco P=90% (m3/s)	1,696
Caudal estiaje año seco P=91% (m3/s)	1,636
Caudal estiaje año seco P=92% (m3/s)	1,576
Caudal estiaje año seco P=93% (m3/s)	1,516
Caudal estiaje año seco P=94% (m3/s)	1,456
Caudal estiaje año seco P=95% (m3/s)	1,396
Caudal estiaje año seco P=96% (m3/s)	1,275
Caudal estiaje año seco P=97% (m3/s)	1,155
Caudal estiaje año seco P=98% (m3/s)	1,034
Caudal estiaje año seco P=99% (m3/s)	0,914

Ahora el caudal de estiaje del mes de agosto sería:

Q estiaje	
Zona estiaje	2
Factor Cm	0,189
Caudal estiaje año seco P=75% (m3/s)	1,445
Caudal estiaje año seco P=87,5% (m3/s)	1,134
Caudal estiaje año seco P=89% (m3/s)	1,097
Caudal estiaje año seco P=90% (m3/s)	1,072
Caudal estiaje año seco P=91% (m3/s)	1,034
Caudal estiaje año seco P=92% (m3/s)	0,996



Caudal estiaje año seco P=93% (m3/s)	0,958
Caudal estiaje año seco P=94% (m3/s)	0,920
Caudal estiaje año seco P=95% (m3/s)	0,882
Caudal estiaje año seco P=96% (m3/s)	0,806
Caudal estiaje año seco P=97% (m3/s)	0,730
Caudal estiaje año seco P=98% (m3/s)	0,654
Caudal estiaje año seco P=99% (m3/s)	0,578

Mes de septiembre:

Q estiaje	
Zona estiaje	2
Factor Cm	0,177
Caudal estiaje año seco P=75% (m3/s)	1,354
Caudal estiaje año seco P=87,5% (m3/s)	1,062
Caudal estiaje año seco P=89% (m3/s)	1,027
Caudal estiaje año seco P=90% (m3/s)	1,004
Caudal estiaje año seco P=91% (m3/s)	0,968
Caudal estiaje año seco P=92% (m3/s)	0,933
Caudal estiaje año seco P=93% (m3/s)	0,897
Caudal estiaje año seco P=94% (m3/s)	0,862
Caudal estiaje año seco P=95% (m3/s)	0,826
Caudal estiaje año seco P=96% (m3/s)	0,755
Caudal estiaje año seco P=97% (m3/s)	0,684
Caudal estiaje año seco P=98% (m3/s)	0,612
Caudal estiaje año seco P=99% (m3/s)	0,541

CAUDAL ECOLOGICO

A este caudal de estiaje hay que descontarle el caudal ecológico debido a que el río debe mantener un caudal que permita mantener la vida y el hábitat del río. Este caudal se obtiene de aguas de Galicia del plan hidrológico Galicia-Costa, siendo las filas subrayadas las partes del río donde se realiza la captación:

NOME	CÓDIGO MASA	OUT	NOV	DEC	XAN	FEB	MAR	ABR	MAI	XUN	XUL	AGO	SET
RÍO DA PONTE	ES.014.NR.115.003.01.00	0,023	0,034	0,045	0,050	0,047	0,043	0,036	0,031	0,023	0,023	0,023	0,023
RÍO XARALLEIRA	ES.014.NR.112.000.01.00	0,008	0,011	0,014	0,016	0,016	0,015	0,012	0,011	0,008	0,008	0,008	0,008
RÍO MANDEO	ES.014.NR.111.000.03.00	0,606	0,944	1,280	1,341	1,257	1,255	1,253	1,253	1,253	0,606	0,606	0,606
RÍO MANDEO	ES.014.NR.111.000.02.00	0,262	0,626	0,626	0,626	0,626	0,439	0,420	0,410	0,265	0,256	0,256	0,256
RÍO MANDEO	ES.014.NR.111.000.01.00	0,035	0,052	0,071	0,077	0,073	0,062	0,055	0,049	0,035	0,033	0,033	0,033
RÍO MENDO	ES.014.NR.111.025.02.02	0,282	0,391	0,558	0,598	0,582	0,504	0,442	0,393	0,389	0,282	0,282	0,282
RÍO MENDO	ES.014.NR.111.025.02.01	0,107	0,164	0,220	0,236	0,211	0,185	0,173	0,148	0,119	0,107	0,107	0,107
RÍO MENDO	ES.014.NR.111.025.01.00	0,062	0,095	0,132	0,140	0,127	0,116	0,100	0,094	0,067	0,062	0,062	0,062
RÍO MINATOS	ES.014.NR.111.025.12.00	0,029	0,042	0,055	0,060	0,058	0,055	0,048	0,043	0,034	0,029	0,029	0,029
RÍO VEXO	ES.014.NR.111.019.01.00	0,045	0,062	0,086	0,091	0,084	0,077	0,072	0,063	0,045	0,044	0,044	0,044
RÍO DEO	ES.014.NR.111.007.01.00	0,055	0,078	0,111	0,123	0,101	0,097	0,088	0,078	0,055	0,055	0,055	0,055
RÍO ZARZO	ES.014.NR.111.024.01.00	0,062	0,166	0,166	0,166	0,124	0,108	0,104	0,087	0,065	0,062	0,062	0,062
REGO GAMBAS	ES.014.NR.111.018.01.00	0,074	0,139	0,146	0,159	0,148	0,129	0,123	0,109	0,079	0,074	0,074	0,074
REGO PORTARROSA	ES.014.NR.111.016.01.00	0,029	0,043	0,061	0,063	0,057	0,052	0,048	0,041	0,029	0,029	0,029	0,029
REGO DE PORTABENZA	ES.014.NR.111.014.01.00	0,014	0,021	0,029	0,030	0,027	0,025	0,023	0,020	0,014	0,014	0,014	0,014
RÍO CASTEIRON OU PORTOCASTRO	ES.014.NR.111.012.01.00	0,012	0,019	0,025	0,027	0,025	0,022	0,019	0,016	0,012	0,012	0,012	0,012

CAUDAL DE CAPTACIONES AGUAS ARRIBA DE LA CAPTACION DE ESTUDIO

Existen dos captaciones aguas arriba en el río Mendo; una es en cabreira la cual extrae un caudal de 12 l/s y la otra sería la de A ponte de Transaqueiros que extrae un caudal de 14 l/s.

CAUDAL DISPONIBLE

Se define el caudal disponible como la diferencia entre el caudal total estimado y la suma de el caudal ecológico y el caudal de las captaciones aguas arriba de la misma.

Caudal disponible en el río Mendo. Primero obtenemos los valores para el mes de julio:

Q disponible	
Caudal disponible año seco P=75% (m3/s)	0,495
Caudal disponible año seco P=87,5% (m3/s)	0,322
Caudal disponible año seco P=89% (m3/s)	0,301
Caudal disponible año seco P=90% (m3/s)	0,287
Caudal disponible año seco P=91% (m3/s)	0,266
Caudal disponible año seco P=92% (m3/s)	0,245
Caudal disponible año seco P=93% (m3/s)	0,224
Caudal disponible año seco P=94% (m3/s)	0,203
Caudal disponible año seco P=95% (m3/s)	0,182
Caudal disponible año seco P=96% (m3/s)	0,140
Caudal disponible año seco P=97% (m3/s)	0,097
Caudal disponible año seco P=98% (m3/s)	0,055
Caudal disponible año seco P=99% (m3/s)	0,013

Ahora los valores del caudal disponible para el mes de agosto:

Q disponible	
Caudal disponible año seco P=75% (m3/s)	0,199
Caudal disponible año seco P=87,5% (m3/s)	0,090
Caudal disponible año seco P=89% (m3/s)	0,077
Caudal disponible año seco P=90% (m3/s)	0,068
Caudal disponible año seco P=91% (m3/s)	0,055
Caudal disponible año seco P=92% (m3/s)	0,042
Caudal disponible año seco P=93% (m3/s)	0,028
Caudal disponible año seco P=94% (m3/s)	0,015
Caudal disponible año seco P=95% (m3/s)	0,002
Caudal disponible año seco P=96% (m3/s)	-0,025
Caudal disponible año seco P=97% (m3/s)	-0,052
Caudal disponible año seco P=98% (m3/s)	-0,078
Caudal disponible año seco P=99% (m3/s)	-0,105

Y finalmente los valores del caudal para el mes de septiembre:

Q disponible	
Caudal disponible año seco P=75% (m3/s)	0,167
Caudal disponible año seco P=87,5% (m3/s)	0,065
Caudal disponible año seco P=89% (m3/s)	0,053
Caudal disponible año seco P=90% (m3/s)	0,044
Caudal disponible año seco P=91% (m3/s)	0,032
Caudal disponible año seco P=92% (m3/s)	0,019
Caudal disponible año seco P=93% (m3/s)	0,007
Caudal disponible año seco P=94% (m3/s)	-0,006
Caudal disponible año seco P=95% (m3/s)	-0,018
Caudal disponible año seco P=96% (m3/s)	-0,043
Caudal disponible año seco P=97% (m3/s)	-0,068
Caudal disponible año seco P=98% (m3/s)	-0,093
Caudal disponible año seco P=99% (m3/s)	-0,118

Ahora obtendremos el caudal disponible para el río Mandeo, primero para el mes de julio:

Q disponible	
Caudal disponible año seco P=75% (m3/s)	1,591
Caudal disponible año seco P=87,5% (m3/s)	1,098
Caudal disponible año seco P=89% (m3/s)	1,039
Caudal disponible año seco P=90% (m3/s)	1,000
Caudal disponible año seco P=91% (m3/s)	0,940
Caudal disponible año seco P=92% (m3/s)	0,880
Caudal disponible año seco P=93% (m3/s)	0,820
Caudal disponible año seco P=94% (m3/s)	0,760

Caudal disponible año seco P=95% (m3/s)	0,700
Caudal disponible año seco P=96% (m3/s)	0,579
Caudal disponible año seco P=97% (m3/s)	0,459
Caudal disponible año seco P=98% (m3/s)	0,338
Caudal disponible año seco P=99% (m3/s)	0,218

Para el mes de agosto:

Q disponible	
Caudal disponible año seco P=75% (m3/s)	0,749
Caudal disponible año seco P=87,5% (m3/s)	0,438
Caudal disponible año seco P=89% (m3/s)	0,401
Caudal disponible año seco P=90% (m3/s)	0,376
Caudal disponible año seco P=91% (m3/s)	0,338
Caudal disponible año seco P=92% (m3/s)	0,300
Caudal disponible año seco P=93% (m3/s)	0,262
Caudal disponible año seco P=94% (m3/s)	0,224
Caudal disponible año seco P=95% (m3/s)	0,186
Caudal disponible año seco P=96% (m3/s)	0,110
Caudal disponible año seco P=97% (m3/s)	0,034
Caudal disponible año seco P=98% (m3/s)	-0,042
Caudal disponible año seco P=99% (m3/s)	-0,118

Y para el mes de septiembre:

Q disponible	
Caudal disponible año seco P=75% (m3/s)	0,658
Caudal disponible año seco P=87,5% (m3/s)	0,366
Caudal disponible año seco P=89% (m3/s)	0,331
Caudal disponible año seco P=90% (m3/s)	0,308
Caudal disponible año seco P=91% (m3/s)	0,272
Caudal disponible año seco P=92% (m3/s)	0,237
Caudal disponible año seco P=93% (m3/s)	0,201
Caudal disponible año seco P=94% (m3/s)	0,166
Caudal disponible año seco P=95% (m3/s)	0,130
Caudal disponible año seco P=96% (m3/s)	0,059
Caudal disponible año seco P=97% (m3/s)	-0,012
Caudal disponible año seco P=98% (m3/s)	-0,084
Caudal disponible año seco P=99% (m3/s)	-0,155

CAUDAL DE DEFICIT EN EL RIO QUE ABASTECE ACTUALMENTE A BETANZOS (MENDO)

Considerando una demanda de 67 l/s para los meses de julio y agosto y de 64 l/s para el mes de septiembre, obtenemos los caudales de déficit en el rio Mendo. Para el mes de julio obtenemos estos valores:

Q deficit	
Caudal deficit P=75% (m3/s)	0,427
Caudal deficit P=87,5% (m3/s)	0,254
Caudal deficit P=89% (m3/s)	0,234
Caudal deficit P=90% (m3/s)	0,220
Caudal deficit P=91% (m3/s)	0,199
Caudal deficit P=92% (m3/s)	0,178
Caudal deficit P=93% (m3/s)	0,157
Caudal deficit P=94% (m3/s)	0,136
Caudal deficit P=95% (m3/s)	0,114
Caudal deficit P=96% (m3/s)	0,072
Caudal deficit P=97% (m3/s)	0,030
Caudal deficit P=98% (m3/s)	-0,012
Caudal deficit P=99% (m3/s)	-0,055

Para el mes de agosto:

Q deficit	
Caudal deficit P=75% (m3/s)	0,132
Caudal deficit P=87,5% (m3/s)	0,023
Caudal deficit P=89% (m3/s)	0,010
Caudal deficit P=90% (m3/s)	0,001
Caudal deficit P=91% (m3/s)	-0,013
Caudal deficit P=92% (m3/s)	-0,026
Caudal deficit P=93% (m3/s)	-0,039
Caudal deficit P=94% (m3/s)	-0,052
Caudal deficit P=95% (m3/s)	-0,066
Caudal deficit P=96% (m3/s)	-0,093
Caudal deficit P=97% (m3/s)	-0,119
Caudal deficit P=98% (m3/s)	-0,146
Caudal deficit P=99% (m3/s)	-0,173

Para el mes de septiembre:

Q deficit	
Caudal deficit P=75% (m3/s)	0,103
Caudal deficit P=87,5% (m3/s)	0,001
Caudal deficit P=89% (m3/s)	-0,011
Caudal deficit P=90% (m3/s)	-0,020

Caudal deficit P=91% (m3/s)	-0,032
Caudal deficit P=92% (m3/s)	-0,045
Caudal deficit P=93% (m3/s)	-0,057
Caudal deficit P=94% (m3/s)	-0,070
Caudal deficit P=95% (m3/s)	-0,082
Caudal deficit P=96% (m3/s)	-0,107
Caudal deficit P=97% (m3/s)	-0,132
Caudal deficit P=98% (m3/s)	-0,157
Caudal deficit P=99% (m3/s)	-0,182

Comprobamos que para el mes de agosto y septiembre no hay caudal suficiente para abastecer a Betanzos, por lo que, estos meses va a haber que cubrir ese déficit con caudal procedente del rio Mandeo. Lo que nos lleva al estudio sobre si la disponibilidad de caudal de este rio es suficiente para cubrir el déficit del Mendo los próximos 25 años.

ESTUDIO DE CAUDALES DEL RIO MANDEO UNA VEZ DESCONTADOS LOS DEFICITS DEL RIO MENDO PROVOCADOS POR LA DEMANDA DE AGUA DE BETANZOS

Para el mes de agosto:

Q deficit	
Caudal deficit P=75% (m3/s)	0,749
Caudal deficit P=87,5% (m3/s)	0,438
Caudal deficit P=89% (m3/s)	0,401
Caudal deficit P=90% (m3/s)	0,376
Caudal deficit P=91% (m3/s)	0,325
Caudal deficit P=92% (m3/s)	0,274
Caudal deficit P=93% (m3/s)	0,223
Caudal deficit P=94% (m3/s)	0,172
Caudal deficit P=95% (m3/s)	0,120
Caudal deficit P=96% (m3/s)	0,043
Caudal deficit P=97% (m3/s)	-0,034
Caudal deficit P=98% (m3/s)	-0,110
Caudal deficit P=99% (m3/s)	-0,186

Para el mes de septiembre:

Q deficit	
Caudal deficit P=75% (m3/s)	0,658
Caudal deficit P=87,5% (m3/s)	0,366
Caudal deficit P=89% (m3/s)	0,320
Caudal deficit P=90% (m3/s)	0,288
Caudal deficit P=91% (m3/s)	0,240
Caudal deficit P=92% (m3/s)	0,192

Caudal deficit P=93% (m3/s)	0,144
Caudal deficit P=94% (m3/s)	0,096
Caudal deficit P=95% (m3/s)	0,066
Caudal deficit P=96% (m3/s)	-0,005
Caudal deficit P=97% (m3/s)	-0,076
Caudal deficit P=98% (m3/s)	-0,148
Caudal deficit P=99% (m3/s)	-0,219

4.- CONCLUSIONES

En el río Mendo no hay caudal disponible suficiente para satisfacer la demanda de 67 l/s para el mes de agosto y de 64 l/s para el mes de septiembre y si la hay para satisfacer la demanda de 67 l/s del mes de julio. También observamos que el déficit de caudal de este río puede ser cubierta por el río Mandeo para un periodo de retorno de 25 años, habiendo un déficit de 5 l/s para 5 años de esos 25 en el mes de septiembre, llevando a cabo un plan de sequía en esos años.



ANEJO Nº4: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS



INDICE

1.- INTRODUCCION

2.- ANTECEDENTES

3.- PLANEAMIENTO URBANISTICO

4.- GEOLOGIA

5.- SUELO

6.- CLIMA

7.- VEGETACION

8.- DEMANDA

9.- CAUDAL DE RECURSO

10.- DESCRIPCION DE LAS ALTERNATIVAS CONSIDERADAS

11.- SERVICIOS AFECTADOS, COORDINACION CON ORGANISMOS Y DISPONIBILIDAD DE TERRENOS

12.- VALORACION AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS

13.- VALORACION ECONOMICA DE ALTERNATIVAS

14.- MATRIZ DE COMPARACION DE ALTERNATIVAS

15.- SOLUCION ADOPTADA

1.- INTRODUCCION

El objeto de este estudio de alternativas es definir, evaluar y comparar de manera preliminar las diferentes opciones que den solución a la problemática que hubo el pasado año en Betanzos con respecto al suministro de caudal a la población, debido a que no se pudo abastecer a la misma con el suficiente caudal porque el caudal que se estaba captando en el río Mendo no era el suficiente. Esto se debe a que la cantidad de agua precipitada ha disminuido considerablemente. A ese fenómeno se le ha sumado la deposición de arcilla en el suelo lo que ha elevado la solera provocando que el caudal se reparta por mas superficie en por lo que se dificulta la captación. Como consecuencia planteamos soluciones para cubrir los déficits que puedan existir cuando la captación tenga problemas de cantidad de caudal para suministrar. Estos problemas de déficit de caudal se suelen dar en los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre por dos motivos; el primero es que son los meses de mas sequia del año y segundo que en este periodo la población demanda mas agua.

2.- ANTECEDENTES

Definimos el estado actual de las instalaciones con recopilaciones de datos de la actual concesionaria del servicio de abastecimiento, del ayuntamiento de Betanzos y del Ente Público Empresarial de Aguas de Galicia.

La ETAP de Betanzos está constituida por dos líneas de filtros cerrados diseñadas para producir unos caudales de agua tratada de 75 l/s (antigua línea) y 20,8 l/s (línea nueva del año 2006). En dichos filtros se realizan los procesos de coagulación y floculación.

Inicialmente se preveía la captación en dos fuentes de alimentación, siendo una manantial por gravedad (A Graña) y la otra, captación en el río Mendo. Finalmente solo ha llegado a usarse una fuente, la captación de agua en el río Mendo.

El agua bruta captada en el río presenta elevada turbidez, lo cual provoca la tupidez de los filtros. Otro inconveniente para la producción del caudal de abastecimiento sería que la línea nueva de 20,8 l/s esta fuera de servicio y la línea antigua no puede producir mientras está en fase de lavado, por lo que, alcanzar la producción teórica de 75 l/s estaría lejos de poder lograrse actualmente.

La infraestructura de abastecimiento está compuesta por un azud en el río Mendo que garantiza un nivel de agua para la desviación de esta hacia un canal lateral (cota +9m), en donde el caudal atraviesa un cestón de gruesos y pasa por una reja automática que no funciona correctamente. En dicho canal el agua

se bombea hacia un depósito intermedio donde un grupo de bombeo en alta eleva el agua hacia el depósito de agua bruta. Este depósito tiene una capacidad de 1.800 m³ y está a una cota de 97m.

En cuanto al almacenamiento del agua, se concreta en tres depósitos con una capacidad de almacenamiento actual de 4.600 m³. Un depósito alimenta a la zona vieja y es circular con un solo vaso y 2.200 m³ de capacidad, otro depósito que alimenta a la zona nueva y es rectangular con dos compartimentos y una capacidad total de 1.600 m³, y el ultimo, fuera del recinto de la ETAP, sería el depósito Xanrozo de 800 m³ de capacidad. Desde el depósito circular se alimentan los demás, por lo que, nunca ha sido posible la limpieza del mismo.

3.- PLANEAMIENTO URBANISTICO

El concello de Betanzos cuenta con Normas Subsidiarias de Planeamiento aprobadas el 27 de junio de 1996 (aprobado entre la Ley 7/1995 y la Ley 1/1997), no adaptado a la Ley 9/2002, de 30 de diciembre, de ordenación urbanística y protección del medio rural de Galicia (LOUG) y sus modificaciones posteriores.

En la zona de la captación, las NSP clasifican el suelo como No Urbanizable, sin distinguir las zonas de DPH y servidumbre de DPH, en donde se sitúan parte de los elementos de la captación. Cualquier intervención en esta zona precisará, además de la autorización del concello, la del organismo de cuenca, Augas de Galicia en este caso.

Tampoco recoge el planeamiento urbanístico vigente que la zona de la captación está incluida dentro del ZEC ES1110007, Betanzos – Mandeo, lo que implica que cualquier actuación debe estar precedida por la autorización de la autoridad medioambiental.

4.- GEOLOGIA

Geográficamente, la zona de intervención se encuentra en la hoja nº 45, Betanzos, del Mapa Topográfico Nacional. La escala de dicho mapa topográfico Nacional sería 1:50.000. Geomorfológicamente existen en la hoja dos zonas claramente diferenciadas: la central y oriental, con un relieve de muy bajos desniveles definido por el substrato esquistosograuváquico, y la occidental, condicionada por el macizo granítico que ocupa dicho sector. La zona de proyecto se localiza en la primera de estas zonas. Desde el punto de vista de su estratigrafía en la zona que nos ocupa predomina la serie de Órdenes, que representa más del 65 por 100 del total de la hoja. En líneas generales esta serie se compone de cuarzo-esquistos y metagrauvacas en una sucesión rítmica con niveles

turbidíticos.

Teniendo en cuenta las asociaciones minerales y las texturas, se distinguen dentro de los metasedimentos de Órdenes los tipos siguientes: filitas, Esquistos, Matasamitas, Metagrauvas, paraneises, granofels, esquistos verdes, cuarcitas, esquistos grafitosos y anfibolitas (como se puede apreciar en la leyenda que se adjunta).

En las proximidades del río Mero se encuentran una serie de manchones de materiales gravosos y gravoso-arenosos, mal clasificados, con alto índice de redondeamiento de los cantos y gradación vertical en los términos de cada banco. Las superficies de deposición son erosivas.

En los cauces fluviales y en las rías se localizan rellenos cuaternarios, de entre los que sobresalen los asociados al río Mero y sus afluentes, por ser los de mayor desarrollo. En toda la hoja destaca el fuerte recubrimiento de suelos de alteración, con una capa superior a los 20-40 cm, de alto contenido en materia orgánica y vegetal, pasando hacia abajo a arcillas arenosas y gravas en la parte más próxima al sustrato.

Las características hidrogeológicas están fuertemente condicionadas por la litología y la tectónica de los materiales existentes. Debido a la poca porosidad de los mismos, la viabilidad de aguas profundas es escasa y la surgencia de aguas superficiales es debida a numerosos planos de esquistosidad y fracturas que captan gran parte del agua de lluvia.

5.- SUELO

Son heterogéneos, aunque predominan las tierras pardas con diversas formas de transición. Sobre ellas se asientan los cultivos. En los terrenos más elevados aparecen suelos tipo ránker pardo. Los suelos hidromorfos se encuentran en dos áreas: una en torno a Betanzos y las riberas del río Mandeo, y otra en el límite occidental del municipio, a orillas del río Mero. En ambas se han depositado y acumulado materiales de acarreo transportados por los cursos de agua. Son suelos gley, muy influidos por el nivel freático. Llegan a constituir una extensa marisma con terrenos pantanosos en la ría.

6.- CLIMA

El municipio de Betanzos se encuadra en una unidad climática de tipo Oceánico moderado, característica que está motivada por las temperaturas, condicionadas por la proximidad del mar. Oscilan entre los 8,2º de enero y los 16,7º de julio y agosto, con una media anual de 12,3º.

La amplitud térmica es de 8,5º. Podemos hablar de temperaturas suaves, pues carece de inviernos fríos o de veranos calurosos. Las heladas son excepcionales. Las precipitaciones alcanzan un total anual de 876 mm. Su distribución estacional es típicamente atlántica. Diciembre, noviembre y marzo son los meses más lluviosos, y julio, agosto y junio los más secos. Las diferencias climáticas en el interior del municipio apenas existen porque la topografía es de escasa importancia para llegar a constituir pantallas climáticas. Sin embargo son frecuentes las nieblas y es mayor el grado de humedad en torno a la ría y en el área occidental, en las proximidades del embalse de Cecebre.

7.- VEGETACION

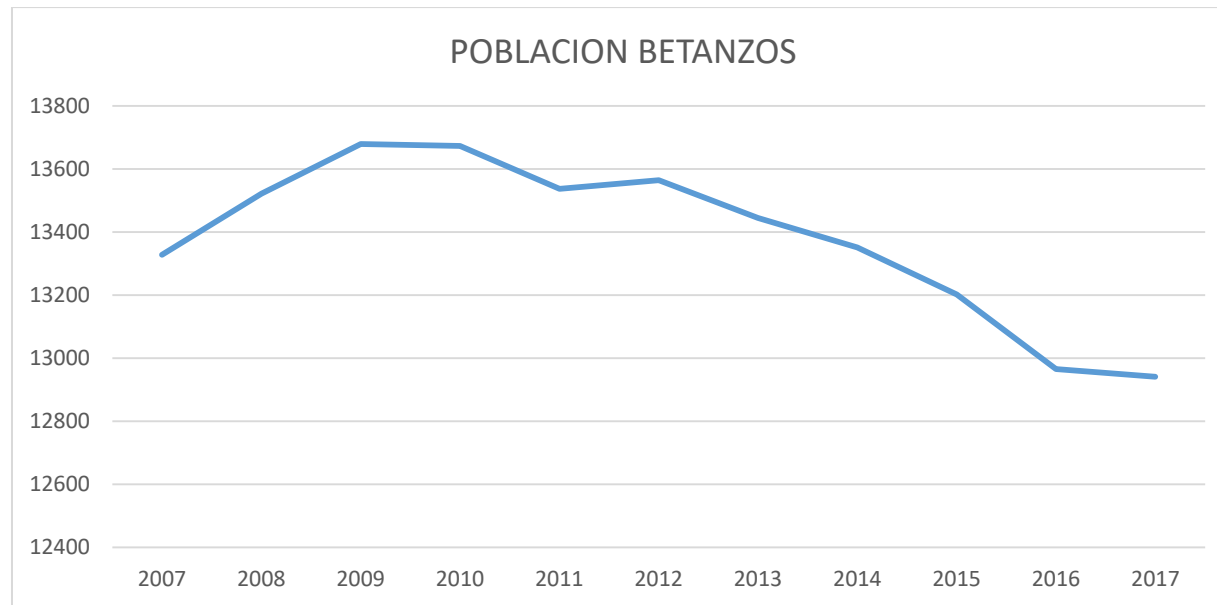
La acción antrópica ha originado la desaparición del bosque caducifolio, al sustituirlo por especies de cultivo u otras forestales que ocupan la mayor parte de la superficie. De las especies arbóreas destaca la asociación de pino negral y eucalipto. A veces el dominio de una de las dos especies es absoluto. El tojo y el brezal aparecen como sotobosque de estas especies. Encontramos árboles frutales de manzanas y peras diseminados por todo el municipio, aunque se cultivan de modo intensivo en la parroquia de Piadela. Las tierras de cultivo y las praderas ocupan el resto de la superficie agraria. La abundancia de agua en los suelos favorece la presencia de prados naturales. En las proximidades de la ría se encuentran las praderas higroturbosas y las turberas debido a la existencia de terrenos pantanosos, en los cuales aparecen las marismas.

8.- DEMANDA

El cálculo de la demanda de agua para el abastecimiento del municipio de Betanzos se ha realizado conforme a la metodología expuesta en la “Instrucción Técnica para Obras Hidráulicas en Galicia” ITOHG ABA-1/1 “Dotación e caudais de auga en sistemas de abastecemento a poboacións”.

Para realizar el estudio primero calculamos la estimación de la población durante la vida útil de la estructura. Obtenemos los datos del INE:

AÑO	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
POBLACION BETANZOS	13328	13522	13680	13673	13537	13565	13445	13352	13202	12966	12941



Como la población va disminuyendo se tomara para la realización del proyecto la población del 2017, es decir, **12941 habitantes**.

A estos habitantes se le aplicara una dotación de 270 l/hab/día para el cálculo de la demanda urbana con actividad industrial media, según la siguiente tabla:

Poboación abastecida polo sistema (municipio, área metropolitana, etc.)	Dotacións máximas (L/hab-día)		
	Actividade industrial comercial		
	Alta	Media	Baixa
< 2.000	210	195	180
De 2.000 a 10.000	270	240	210
De 10.000 a 50.000	300	270	240
De 50.000 a 250.000	350	310	280
> 250.000	410	370	330

Se calculara la demanda que será necesario garantizar a la población de diseño multiplicando dicha población por la dotación máxima. De esta forma se obtiene una demanda media diaria urbana de **40,44 l/s**. Se considera un coeficiente de estacionalidad de 1,2 y el coeficiente punta horario se obtiene de la siguiente formula:

$$Cp_{h,urb} = 1,8 \cdot \left(1 + \left(\frac{1}{QD_{m,urb}} \right)^{0,5} \right)$$

El coeficiente punta horario hallado sería 2,08. Con estos coeficientes hallaríamos el caudal punta horario:

CAUDALES URBANOS			
	Q (m3/d)	Q (m3/h)	Q (l/s)
Caudal diario medio urbano	3.494,07	145,59	40,44
Caudal diario punta estacional urbano	4.192,88	174,70	48,53
Caudal horario punta urbano	8.721,20	363,38	100,94

Procedemos ahora al calculo de caudales para ganadería. Dicha actividad no afectara de forma relevante a la demanda total de caudal del sistema debido a que no es una actividad principal en el Concello de Betanzos. Esto se puede comprobar en los registros oficiales disponibles de Consellería de Medio Rural en cuanto a ganado porcino, avícola y ovino-caprino, y de los registros de IGE en cuanto a ganado bovino:

PARROQUIA	PORCINO	AVICOLA	OVINO Y CAPRINO	BOVINO
BRABÍO (SAN MARTIÑO)	0	0	6	24
PIADELA (SANTO ESTEVO)	1,287	0	31	40
PONTELLAS (SANTA MARÍA)	10	0	11	21
REQUIÁN (SANTIAGO)	884	0	23	12
TIOBRE (SAN MARTIÑO)	0	0	23	19
SAN PEDRO DAS VIÑAS (SAN PEDRO)	6	0	2	18
BETANZOS N.U.	10	0	6	11
TOTALES:	2,197	0	102	145

Con estos datos obtenemos los caudales para ganadería:



CONSUMO GANADERIA	PORCINO	AVES	OVINO	BOVINO
Nº Reses	2197	0	102	145
Dotación (l/res.día)	50	0,5	15	90
Caudal diario medio gan (l/s)	1,2714	0,0000	0,0177	0,1510
Caudal diario medio total	1,44			
Coeficiente punta estacional	1			
Caudal diario punta gan total (l/s)	1,44			
Coeficiente horario punta	1			
Caudal horario punta gan total (l/s)	1,44			

Ahora procedemos al calculo de caudales destinados a la industria para lo cual partimos de una superficie industrial de 70 ha y una dotación de 0,25 (l/s ha):

Tipo de industria e/ou comercio	Dotación (L/s-ha)	Dotación (L/m²·día)
Baixo consumo de auga	0,25	2,16
Consumo medio de auga	0,5	4,32
Alto consumo de auga	1	8,64

CAUDALES DESTINADOS A LA INDUSTRIA	
	Q (l/s)
Caudales diario medio industrial	17,5
Coeficiente horario punta industrial	4,977
Caudal horario punta industrial	87,10

Sumamos los todos los caudales obtenidos:

	POBLACION (l/s)	GANADERIA (l/s)	INDUSTRIA (l/s)	TOTAL (l/s)	TOTAL (m3/s)
Caudal diaria medio	40,44	1,44	17,5	59,38	0,059380787
Caudal diario punta	48,53	1,44	17,5	67,47	0,067468912
Caudal horario punta	100,94	1,44	87,10	189,48	0,189482235

9.- CAUDAL DE RECURSO

RIO MENDO (CAPTACION EXISTENTE)

Se analiza la existencia de aportaciones suficientes en el Río Mendo para satisfacer la demanda prevista, analizando la cuenca de aportación y estimando los caudales de estiaje y de protección para, a partir de estos, estimar el caudal disponible.

La cuenca del Río Mendo tiene una superficie de 90.26 km2, obtenido de la ficha de la red de aforos:

RED DE AFOROS
REDE DE AFOROS

FICHA ESTACIÓN DE AFORO Nº 469 - MENDO
FICHA ESTACIÓN DE AFORO Nº 469 - MENDO

LOCALIZACIÓN Y DATOS DE CUENCA
LOCALIZACIÓN E DATOS DA CONCA

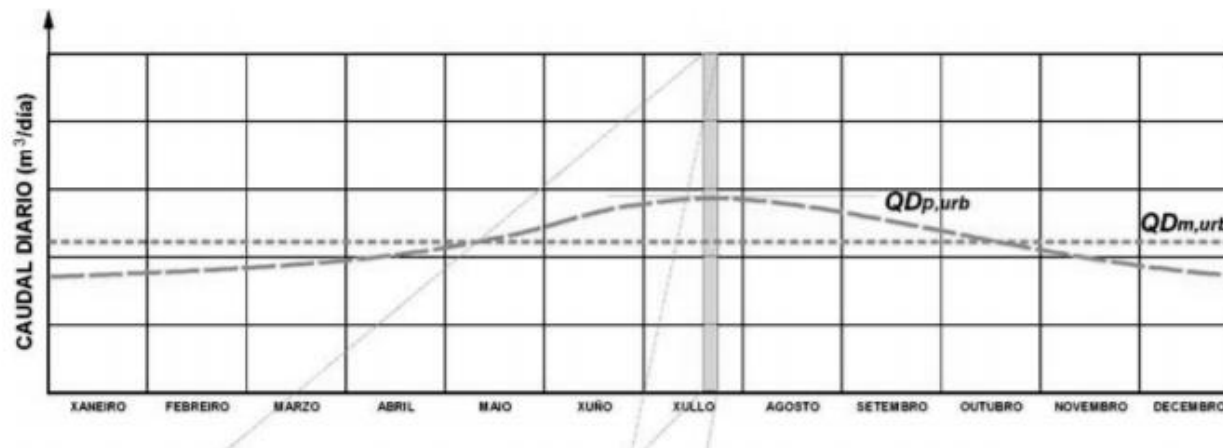
PROVINCIA / PROVINCIA:
MUNICIPIO / CONCELLO:
LUGAR / LUGAR:
COORDENADAS UTM / COORDENADAS UTM (ETRS89):

A CORUÑA
BETANZOS
BARALLOBRE
X: 564.816
Y: 4.790.546
12.-RÍO MANDEO / RÍA DE
BETANZOS

UCO / UCO:
CUENCA TOTAL RÍO / CONCA TOTAL RÍO:
CUENCA VERTIENTE ESTACIÓN / CONCA VERTIENTE ESTACIÓN:

111-04
90,26 Km²
83,33 Km²

A partir de aquí mediante las ITOHG calculamos el caudal de estiaje para los meses de sequia (julio, agosto y septiembre). Para los meses de agosto y julio necesitamos suministrar el caudal punta estacional. En julio debido a que se alcanza dicho caudal punta y en agosto porque el caudal del día de máximo consumo esta muy cerca del punta estacional como podemos observar en la siguiente grafica. Para el mes de septiembre observamos que el caudal del día de máximo consumo esta entre el caudal medio y el caudal punta pudiendo aproximarlos a 64 l/s.



Primero comprobaremos el caudal disponible en septiembre con los diferentes periodos de retorno:

El caudal ecológico se sacaría de esta tabla:

NOME	CÓDIGO MASA	OUT	NOV	DEC	XAN	FEB	MAR	ABR	MAI	XUN	XUL	AGO	SET
RÍO DA PONTE	ES.014.NR.115.003.01.00	0,023	0,034	0,045	0,050	0,047	0,043	0,036	0,031	0,023	0,023	0,023	0,023
RÍO XARALLEIRA	ES.014.NR.112.000.01.00	0,008	0,011	0,014	0,016	0,016	0,015	0,012	0,011	0,008	0,008	0,008	0,008
RÍO MANDEO	ES.014.NR.111.000.03.00	0,606	0,944	1,280	1,341	1,257	1,255	1,253	1,253	1,253	0,606	0,606	0,606
RÍO MANDEO	ES.014.NR.111.000.02.00	0,262	0,626	0,626	0,626	0,626	0,439	0,420	0,410	0,265	0,256	0,256	0,256
RÍO MANDEO	ES.014.NR.111.000.01.00	0,035	0,052	0,071	0,077	0,073	0,062	0,055	0,049	0,035	0,033	0,033	0,033
RÍO MENDO	ES.014.NR.111.025.02.02	0,282	0,391	0,558	0,598	0,582	0,504	0,442	0,393	0,389	0,282	0,282	0,282
RÍO MENDO	ES.014.NR.111.025.02.01	0,107	0,164	0,220	0,236	0,211	0,185	0,173	0,148	0,119	0,107	0,107	0,107
RÍO MENDO	ES.014.NR.111.025.01.00	0,062	0,095	0,132	0,140	0,127	0,116	0,100	0,094	0,067	0,062	0,062	0,062
RÍO MINATOS	ES.014.NR.111.025.12.00	0,029	0,042	0,055	0,060	0,058	0,055	0,048	0,043	0,034	0,029	0,029	0,029
RÍO VEXO	ES.014.NR.111.019.01.00	0,045	0,062	0,086	0,091	0,084	0,077	0,072	0,063	0,045	0,044	0,044	0,044
RÍO DEO	ES.014.NR.111.007.01.00	0,055	0,078	0,111	0,123	0,101	0,097	0,088	0,078	0,055	0,055	0,055	0,055
RÍO ZARZO	ES.014.NR.111.024.01.00	0,062	0,166	0,166	0,166	0,124	0,108	0,104	0,087	0,065	0,062	0,062	0,062
REGO GAMBAS	ES.014.NR.111.018.01.00	0,074	0,139	0,146	0,159	0,148	0,129	0,123	0,109	0,079	0,074	0,074	0,074
REGO PORTARROSA	ES.014.NR.111.016.01.00	0,029	0,043	0,061	0,063	0,057	0,052	0,048	0,041	0,029	0,029	0,029	0,029
REGO DE PORTABENZA	ES.014.NR.111.014.01.00	0,014	0,021	0,029	0,030	0,027	0,025	0,023	0,020	0,014	0,014	0,014	0,014
RÍO CASTEIRON OU PORTOCASTRO	ES.014.NR.111.012.01.00	0,012	0,019	0,025	0,027	0,025	0,022	0,019	0,016	0,012	0,012	0,012	0,012

Captaciones aguas arriba de la captación estudiada:

Existen dos captaciones aguas arriba en el río Mendo; una es en cabreira la cual extrae un caudal de 12 l/s y la otra sería la de A ponte de Transaquelos que extrae un caudal de 14 l/s.

Interpolamos linealmente para calcular los factores probabilísticos que no aparecen en la ITOHG:

Pr	75%	87,5%	89%	90%	91%	92%	93%	94%	95%	96%	97%	98%	99%
Xp	0,693	0,544	0,526	0,514	0,496	0,478	0,459	0,441	0,423	0,387	0,35	0,314	0,277

Analizamos la disponibilidad y el déficit en el mes de septiembre:

AREA DE LA CUENCA (km2)	90,26
Q medio	
Caudal medio de la cuenca Qo (l/s)	3,873
Caudal medio año seco P=75% (T=4 años) (m3/s)	2,684
Caudal medio año seco P=87,5% (T=8 años) (m3/s)	2,107
Caudal medio año seco P=89% (T=9 años) (m3/s)	2,037
Caudal medio año seco P=90% (T=10 años) (m3/s)	1,991
Caudal medio año seco P=91% (T=11 años) (m3/s)	1,920
Caudal medio año seco P=92% (T=13 años) (m3/s)	1,850
Caudal medio año seco P=93% (T=14 años) (m3/s)	1,779
Caudal medio año seco P=94% (T=17 años) (m3/s)	1,709
Caudal medio año seco P=95% (T=20 años) (m3/s)	1,638
Caudal medio año seco P=96% (T=25 años) (m3/s)	1,497
Caudal medio año seco P=97% (T=35 años) (m3/s)	1,356
Caudal medio año seco P=98% (T=50 años) (m3/s)	1,214
Caudal medio año seco P=99% (T=100 años) (m3/s)	1,073
Q estiaje	
Zona estiaje	2
Factor Cm	0,177
Caudal estiaje año seco P=75% (m3/s)	0,475
Caudal estiaje año seco P=87,5% (m3/s)	0,373
Caudal estiaje año seco P=89% (m3/s)	0,361
Caudal estiaje año seco P=90% (m3/s)	0,352
Caudal estiaje año seco P=91% (m3/s)	0,340
Caudal estiaje año seco P=92% (m3/s)	0,327
Caudal estiaje año seco P=93% (m3/s)	0,315
Caudal estiaje año seco P=94% (m3/s)	0,302
Caudal estiaje año seco P=95% (m3/s)	0,290
Caudal estiaje año seco P=96% (m3/s)	0,265
Caudal estiaje año seco P=97% (m3/s)	0,240
Caudal estiaje año seco P=98% (m3/s)	0,215
Caudal estiaje año seco P=99% (m3/s)	0,190
Q ecologico	
Caudal ecologico (m3/s)	0,282
Q captaciones	
Caudal captaciones aguas arriba de la estudiada	0,026
Q disponible	
Caudal disponible año seco P=75% (m3/s)	0,167
Caudal disponible año seco P=87,5% (m3/s)	0,065
Caudal disponible año seco P=89% (m3/s)	0,053
Caudal disponible año seco P=90% (m3/s)	0,044
Caudal disponible año seco P=91% (m3/s)	0,032
Caudal disponible año seco P=92% (m3/s)	0,019

Caudal disponible año seco P=93% (m3/s)	0,007
Caudal disponible año seco P=94% (m3/s)	-0,006
Caudal disponible año seco P=95% (m3/s)	-0,018
Caudal disponible año seco P=96% (m3/s)	-0,043
Caudal disponible año seco P=97% (m3/s)	-0,068
Caudal disponible año seco P=98% (m3/s)	-0,093
Caudal disponible año seco P=99% (m3/s)	-0,118
Q de demanda	
Caudal de demanda	0,064
Q deficit	
Caudal deficit P=75% (m3/s)	0,103
Caudal deficit P=87,5% (m3/s)	0,001
Caudal deficit P=89% (m3/s)	-0,011
Caudal deficit P=90% (m3/s)	-0,020
Caudal deficit P=91% (m3/s)	-0,032
Caudal deficit P=92% (m3/s)	-0,045
Caudal deficit P=93% (m3/s)	-0,057
Caudal deficit P=94% (m3/s)	-0,070
Caudal deficit P=95% (m3/s)	-0,082
Caudal deficit P=96% (m3/s)	-0,107
Caudal deficit P=97% (m3/s)	-0,132
Caudal deficit P=98% (m3/s)	-0,157
Caudal deficit P=99% (m3/s)	-0,182

Con la captación actual del río Mendo para el mes de septiembre garantizamos el suministro para un periodo de retorno de 8 años, por lo que, habría que suministrar desde otro punto el déficit hasta el periodo de retorno de 25 años que es la vida útil de la obra.

Analizamos ahora la disponibilidad de caudal para el mes de agosto:

AREA DE LA CUENCA (km2)	90,26
Q medio	
Caudal medio de la cuenca Qo (l/s)	3,873
Caudal medio año seco P=75% (T=4 años) (m3/s)	2,684
Caudal medio año seco P=87,5% (T=8 años) (m3/s)	2,107
Caudal medio año seco P=89% (T=9 años) (m3/s)	2,037
Caudal medio año seco P=90% (T=10 años) (m3/s)	1,991
Caudal medio año seco P=91% (T=11 años) (m3/s)	1,920
Caudal medio año seco P=92% (T=13 años) (m3/s)	1,850
Caudal medio año seco P=93% (T=14 años) (m3/s)	1,779

Caudal medio año seco P=94% (T=17 años) (m3/s)	1,709
Caudal medio año seco P=95% (T=20 años) (m3/s)	1,638
Caudal medio año seco P=96% (T=25 años) (m3/s)	1,497
Caudal medio año seco P=97% (T=35 años) (m3/s)	1,356
Caudal medio año seco P=98% (T=50 años) (m3/s)	1,214
Caudal medio año seco P=99% (T=100 años) (m3/s)	1,073
Q estiaje	
Zona estiaje	2
Factor Cm	0,189
Caudal estiaje año seco P=75% (m3/s)	0,507
Caudal estiaje año seco P=87,5% (m3/s)	0,398
Caudal estiaje año seco P=89% (m3/s)	0,385
Caudal estiaje año seco P=90% (m3/s)	0,376
Caudal estiaje año seco P=91% (m3/s)	0,363
Caudal estiaje año seco P=92% (m3/s)	0,350
Caudal estiaje año seco P=93% (m3/s)	0,336
Caudal estiaje año seco P=94% (m3/s)	0,323
Caudal estiaje año seco P=95% (m3/s)	0,310
Caudal estiaje año seco P=96% (m3/s)	0,283
Caudal estiaje año seco P=97% (m3/s)	0,256
Caudal estiaje año seco P=98% (m3/s)	0,230
Caudal estiaje año seco P=99% (m3/s)	0,203
Q ecologico	
Caudal ecologico (m3/s)	0,282
Q captaciones	
Caudal captaciones aguas arriba de la estudiada	0,026
Q disponible	
Caudal disponible año seco P=75% (m3/s)	0,199
Caudal disponible año seco P=87,5% (m3/s)	0,090
Caudal disponible año seco P=89% (m3/s)	0,077
Caudal disponible año seco P=90% (m3/s)	0,068
Caudal disponible año seco P=91% (m3/s)	0,055
Caudal disponible año seco P=92% (m3/s)	0,042
Caudal disponible año seco P=93% (m3/s)	0,028
Caudal disponible año seco P=94% (m3/s)	0,015
Caudal disponible año seco P=95% (m3/s)	0,002
Caudal disponible año seco P=96% (m3/s)	-0,025
Caudal disponible año seco P=97% (m3/s)	-0,052
Caudal disponible año seco P=98% (m3/s)	-0,078
Caudal disponible año seco P=99% (m3/s)	-0,105
Q de demanda	
Caudal de demanda	0,06747

Q deficit	
Caudal deficit P=75% (m3/s)	0,132
Caudal deficit P=87,5% (m3/s)	0,023
Caudal deficit P=89% (m3/s)	0,010
Caudal deficit P=90% (m3/s)	0,001
Caudal deficit P=91% (m3/s)	-0,013
Caudal deficit P=92% (m3/s)	-0,026
Caudal deficit P=93% (m3/s)	-0,039
Caudal deficit P=94% (m3/s)	-0,052
Caudal deficit P=95% (m3/s)	-0,066
Caudal deficit P=96% (m3/s)	-0,093
Caudal deficit P=97% (m3/s)	-0,119
Caudal deficit P=98% (m3/s)	-0,146
Caudal deficit P=99% (m3/s)	-0,173

Observamos que aseguramos el suministro del caudal punta estacional para un periodo de retorno de 10 años, por lo que, habría que cubrir los déficits hasta los 25 años que seria la vida útil de la obra.

Comprobamos ahora que pasaría en el mes de julio

AREA DE LA CUENCA (km2)	90,26
Q medio	
Caudal medio de la cuenca Qo (l/s)	3,873
Caudal medio año seco P=75% (T=4 años) (m3/s)	2,684
Caudal medio año seco P=90% (T=10 años) (m3/s)	1,991
Caudal medio año seco P=95% (T=20 años) (m3/s)	1,638
Caudal medio año seco P=96% (T=25 años) (m3/s)	1,497
Caudal medio año seco P=99% (T=100 años) (m3/s)	1,073
Q estiaje	
Zona estiaje	2
Factor Cm	0,299
Caudal estiaje año seco P=75% (m3/s)	0,803
Caudal estiaje año seco P=90% (m3/s)	0,595
Caudal estiaje año seco P=95% (m3/s)	0,490
Caudal estiaje año seco P=96% (m3/s)	0,448
Caudal estiaje año seco P=99% (m3/s)	0,321
Q ecologico	
Caudal ecologico (m3/s)	0,282
Q captaciones	
Caudal captaciones aguas arriba de la estudiada	0,026
Q disponible	

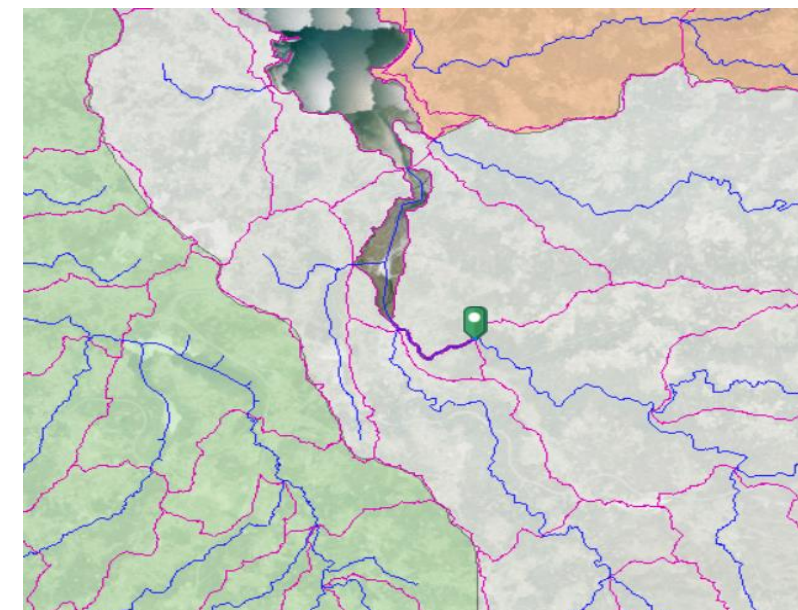
Caudal disponible año seco P=75% (m3/s)	0,495
Caudal disponible año seco P=90% (m3/s)	0,287
Caudal disponible año seco P=95% (m3/s)	0,182
Caudal disponible año seco P=96% (m3/s)	0,140
Caudal disponible año seco P=99% (m3/s)	0,013

En este mes de julio tenemos un caudal disponible de 140 l/s para un periodo de retorno de 25 años. Como consecuencia tenemos caudal suficiente para abastecer a la población con el caudal punta estacional.

Con los datos obtenidos, podemos afirmar que necesitamos suministrar de otro punto de suministro para los meses de agosto y septiembre.

RIO MANDEO

Analizamos la disponibilidad de caudal en el mes de agosto en el rio Mandeo en este punto del mismo:



AREA DE LA CUENCA (km2)	350,3095
Q medio	
Caudal medio de la cuenca Qo (l/s)	11,035
Caudal medio año seco P=75% (T=4 años) (m3/s)	7,647
Caudal medio año seco P=87,5% (T=8 años) (m3/s)	6,001
Caudal medio año seco P=89% (T=9 años) (m3/s)	5,804
Caudal medio año seco P=90% (T=10 años) (m3/s)	5,672
Caudal medio año seco P=91% (T=11 años) (m3/s)	5,471

Caudal medio año seco P=92% (T=13 años) (m3/s)	5,270
Caudal medio año seco P=93% (T=14 años) (m3/s)	5,069
Caudal medio año seco P=94% (T=17 años) (m3/s)	4,869
Caudal medio año seco P=95% (T=20 años) (m3/s)	4,668
Caudal medio año seco P=96% (T=25 años) (m3/s)	4,265
Caudal medio año seco P=97% (T=35 años) (m3/s)	3,862
Caudal medio año seco P=98% (T=50 años) (m3/s)	3,459
Caudal medio año seco P=99% (T=100 años) (m3/s)	3,057
Q estiaje	
Zona estiaje	2
Factor Cm	0,189
Caudal estiaje año seco P=75% (m3/s)	1,445
Caudal estiaje año seco P=87,5% (m3/s)	1,134
Caudal estiaje año seco P=89% (m3/s)	1,097
Caudal estiaje año seco P=90% (m3/s)	1,072
Caudal estiaje año seco P=91% (m3/s)	1,034
Caudal estiaje año seco P=92% (m3/s)	0,996
Caudal estiaje año seco P=93% (m3/s)	0,958
Caudal estiaje año seco P=94% (m3/s)	0,920
Caudal estiaje año seco P=95% (m3/s)	0,882
Caudal estiaje año seco P=96% (m3/s)	0,806
Caudal estiaje año seco P=97% (m3/s)	0,730
Caudal estiaje año seco P=98% (m3/s)	0,654
Caudal estiaje año seco P=99% (m3/s)	0,578
Q ecologico	
Caudal ecologico (m3/s)	0,606
Q captaciones	
Caudal captaciones aguas arriba de la estudiada	0,090
Q disponible	
Caudal disponible año seco P=75% (m3/s)	0,749
Caudal disponible año seco P=87,5% (m3/s)	0,438
Caudal disponible año seco P=89% (m3/s)	0,401
Caudal disponible año seco P=90% (m3/s)	0,376
Caudal disponible año seco P=91% (m3/s)	0,338
Caudal disponible año seco P=92% (m3/s)	0,300
Caudal disponible año seco P=93% (m3/s)	0,262
Caudal disponible año seco P=94% (m3/s)	0,224
Caudal disponible año seco P=95% (m3/s)	0,186
Caudal disponible año seco P=96% (m3/s)	0,110
Caudal disponible año seco P=97% (m3/s)	0,034
Caudal disponible año seco P=98% (m3/s)	-0,042
Caudal disponible año seco P=99% (m3/s)	-0,118

Ahora analizamos para cada periodo de retorno cuanto caudal habría que extraer de este rio. Esto se hace restando los a los caudales disponibles de este rio los déficits del rio Mendo, que son estos:

Q deficit	
Caudal deficit P=75% (m3/s)	0,132
Caudal deficit P=87,5% (m3/s)	0,023
Caudal deficit P=89% (m3/s)	0,010
Caudal deficit P=90% (m3/s)	0,001
Caudal deficit P=91% (m3/s)	-0,013
Caudal deficit P=92% (m3/s)	-0,026
Caudal deficit P=93% (m3/s)	-0,039
Caudal deficit P=94% (m3/s)	-0,052
Caudal deficit P=95% (m3/s)	-0,066
Caudal deficit P=96% (m3/s)	-0,093
Caudal deficit P=97% (m3/s)	-0,119
Caudal deficit P=98% (m3/s)	-0,146
Caudal deficit P=99% (m3/s)	-0,173

Ahora los caudales negativos son los que necesitaríamos suministrar del punto de captación del rio que estamos estudiando (Mandeo). Teniendo en cuenta que cuando dicho déficit sea mayor que el caudal de abastecimiento el que se suministrara desde el nuevo rio será el caudal de abastecimiento. Entonces comprobamos si habría déficit para algún periodo de retorno en el Mandeo:

Q deficit	
Caudal deficit P=75% (m3/s)	0,749
Caudal deficit P=87,5% (m3/s)	0,438
Caudal deficit P=89% (m3/s)	0,401
Caudal deficit P=90% (m3/s)	0,376
Caudal deficit P=91% (m3/s)	0,325
Caudal deficit P=92% (m3/s)	0,274
Caudal deficit P=93% (m3/s)	0,223
Caudal deficit P=94% (m3/s)	0,172
Caudal deficit P=95% (m3/s)	0,120
Caudal deficit P=96% (m3/s)	0,043
Caudal deficit P=97% (m3/s)	-0,034
Caudal deficit P=98% (m3/s)	-0,110
Caudal deficit P=99% (m3/s)	-0,186

Comprobamos que tenemos caudal suficiente en el rio para abastecer a la población durante la vida útil de la obra (25 años).

Analizamos ahora el caudal disponible en el mes de septiembre:

AREA DE LA CUENCA (km2)	350,3095
Q medio	
Caudal medio de la cuenca Qo (l/s)	11,035
Caudal medio año seco P=75% (T=4 años) (m3/s)	7,647
Caudal medio año seco P=87,5% (T=8 años) (m3/s)	6,001
Caudal medio año seco P=89% (T=9 años) (m3/s)	5,804
Caudal medio año seco P=90% (T=10 años) (m3/s)	5,672
Caudal medio año seco P=91% (T=11 años) (m3/s)	5,471
Caudal medio año seco P=92% (T=13 años) (m3/s)	5,270
Caudal medio año seco P=93% (T=14 años) (m3/s)	5,069
Caudal medio año seco P=94% (T=17 años) (m3/s)	4,869
Caudal medio año seco P=95% (T=20 años) (m3/s)	4,668
Caudal medio año seco P=96% (T=25 años) (m3/s)	4,265
Caudal medio año seco P=97% (T=35 años) (m3/s)	3,862
Caudal medio año seco P=98% (T=50 años) (m3/s)	3,459
Caudal medio año seco P=99% (T=100 años) (m3/s)	3,057
Q estiaje	
Zona estiaje	2
Factor Cm	0,177
Caudal estiaje año seco P=75% (m3/s)	1,354
Caudal estiaje año seco P=87,5% (m3/s)	1,062
Caudal estiaje año seco P=89% (m3/s)	1,027
Caudal estiaje año seco P=90% (m3/s)	1,004
Caudal estiaje año seco P=91% (m3/s)	0,968
Caudal estiaje año seco P=92% (m3/s)	0,933
Caudal estiaje año seco P=93% (m3/s)	0,897
Caudal estiaje año seco P=94% (m3/s)	0,862
Caudal estiaje año seco P=95% (m3/s)	0,826
Caudal estiaje año seco P=96% (m3/s)	0,755
Caudal estiaje año seco P=97% (m3/s)	0,684
Caudal estiaje año seco P=98% (m3/s)	0,612
Caudal estiaje año seco P=99% (m3/s)	0,541
Q ecologico	
Caudal ecologico (m3/s)	0,606
Q captaciones	
Caudal captaciones aguas arriba de la estudiada	0,090
Q disponible	
Caudal disponible año seco P=75% (m3/s)	0,658
Caudal disponible año seco P=87,5% (m3/s)	0,366
Caudal disponible año seco P=89% (m3/s)	0,331
Caudal disponible año seco P=90% (m3/s)	0,308

Caudal disponible año seco P=91% (m3/s)	0,272
Caudal disponible año seco P=92% (m3/s)	0,237
Caudal disponible año seco P=93% (m3/s)	0,201
Caudal disponible año seco P=94% (m3/s)	0,166
Caudal disponible año seco P=95% (m3/s)	0,130
Caudal disponible año seco P=96% (m3/s)	0,059
Caudal disponible año seco P=97% (m3/s)	-0,012
Caudal disponible año seco P=98% (m3/s)	-0,084
Caudal disponible año seco P=99% (m3/s)	-0,155

Realizamos el mismo calculo que en el mes de agosto para comprobar si tenemos caudal suficiente en este rio Mendo para cubrir el déficit del río Mendo, siendo los caudales de déficit en el mes de septiembre del rio Mendo:

Q deficit	
Caudal deficit P=75% (m3/s)	0,103
Caudal deficit P=87,5% (m3/s)	0,001
Caudal deficit P=89% (m3/s)	-0,011
Caudal deficit P=90% (m3/s)	-0,020
Caudal deficit P=91% (m3/s)	-0,032
Caudal deficit P=92% (m3/s)	-0,045
Caudal deficit P=93% (m3/s)	-0,057
Caudal deficit P=94% (m3/s)	-0,070
Caudal deficit P=95% (m3/s)	-0,082
Caudal deficit P=96% (m3/s)	-0,107
Caudal deficit P=97% (m3/s)	-0,132
Caudal deficit P=98% (m3/s)	-0,157
Caudal deficit P=99% (m3/s)	-0,182

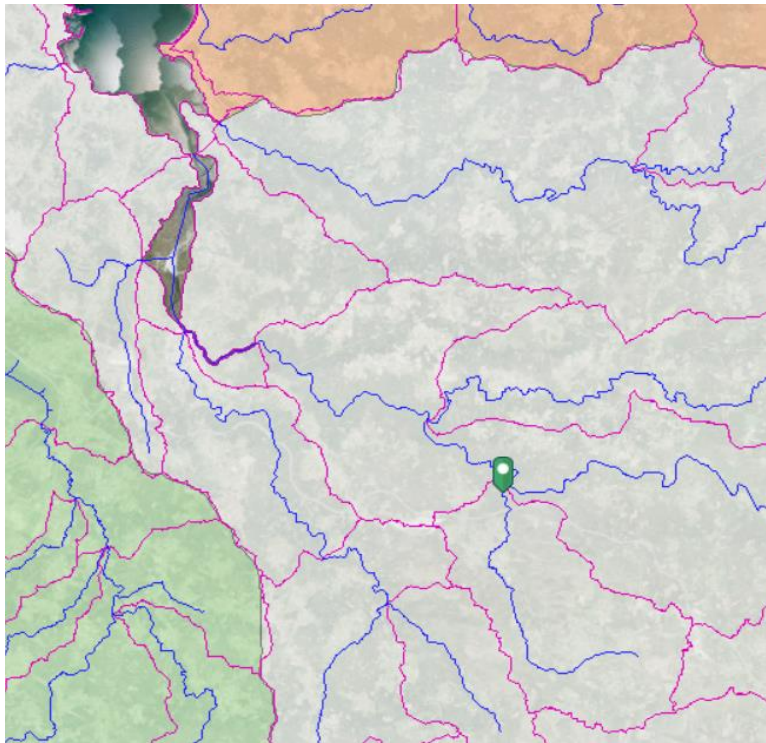
Una vez hecho el calculo obtenemos los caudales de déficit del rio Mandeo:

Q deficit	
Caudal deficit P=75% (m3/s)	0,658
Caudal deficit P=87,5% (m3/s)	0,366
Caudal deficit P=89% (m3/s)	0,320
Caudal deficit P=90% (m3/s)	0,288
Caudal deficit P=91% (m3/s)	0,240
Caudal deficit P=92% (m3/s)	0,192
Caudal deficit P=93% (m3/s)	0,144
Caudal deficit P=94% (m3/s)	0,096
Caudal deficit P=95% (m3/s)	0,066
Caudal deficit P=96% (m3/s)	-0,005
Caudal deficit P=97% (m3/s)	-0,076
Caudal deficit P=98% (m3/s)	-0,148
Caudal deficit P=99% (m3/s)	-0,219

Como podemos observar podemos asegurar el suministro de caudal para un periodo de retorno de 20 años. Pero dado que para un periodo de retorno de 25 años solo tendríamos un déficit de 5 l/s realizaríamos cuando esto se produjese un plan de sequia.

RIO VEXO

Caudal disponible en el mes de agosto en este punto del rio:



AREA DE LA CUENCA (km2)	23,86
Q medio	
Caudal medio de la cuenca Qo (l/s)	1,387
Caudal medio año seco P=75% (T=4 años) (m3/s)	0,961
Caudal medio año seco P=87,5% (T=8 años) (m3/s)	0,754
Caudal medio año seco P=89% (T=9 años) (m3/s)	0,729
Caudal medio año seco P=90% (T=10 años) (m3/s)	0,713
Caudal medio año seco P=91% (T=11 años) (m3/s)	0,688
Caudal medio año seco P=92% (T=13 años) (m3/s)	0,662
Caudal medio año seco P=93% (T=14 años) (m3/s)	0,637
Caudal medio año seco P=94% (T=17 años) (m3/s)	0,612
Caudal medio año seco P=95% (T=20 años) (m3/s)	0,587
Caudal medio año seco P=96% (T=25 años) (m3/s)	0,536
Caudal medio año seco P=97% (T=35 años) (m3/s)	0,485
Caudal medio año seco P=98% (T=50 años) (m3/s)	0,435
Caudal medio año seco P=99% (T=100 años) (m3/s)	0,384

Q estiaje	
Zona estiaje	2
Factor Cm	0,189
Caudal estiaje año seco P=75% (m3/s)	0,182
Caudal estiaje año seco P=87,5% (m3/s)	0,143
Caudal estiaje año seco P=89% (m3/s)	0,138
Caudal estiaje año seco P=90% (m3/s)	0,135
Caudal estiaje año seco P=91% (m3/s)	0,130
Caudal estiaje año seco P=92% (m3/s)	0,125
Caudal estiaje año seco P=93% (m3/s)	0,120
Caudal estiaje año seco P=94% (m3/s)	0,116
Caudal estiaje año seco P=95% (m3/s)	0,111
Caudal estiaje año seco P=96% (m3/s)	0,101
Caudal estiaje año seco P=97% (m3/s)	0,092
Caudal estiaje año seco P=98% (m3/s)	0,082
Caudal estiaje año seco P=99% (m3/s)	0,073
Q ecologico	
Caudal ecologico (m3/s)	0,044
Q captaciones	
Caudal captaciones aguas arriba de la estudiada	0,014
Q disponible	
Caudal disponible año seco P=75% (m3/s)	0,124
Caudal disponible año seco P=87,5% (m3/s)	0,085
Caudal disponible año seco P=89% (m3/s)	0,080
Caudal disponible año seco P=90% (m3/s)	0,077
Caudal disponible año seco P=91% (m3/s)	0,072
Caudal disponible año seco P=92% (m3/s)	0,067
Caudal disponible año seco P=93% (m3/s)	0,062
Caudal disponible año seco P=94% (m3/s)	0,058
Caudal disponible año seco P=95% (m3/s)	0,053
Caudal disponible año seco P=96% (m3/s)	0,043
Caudal disponible año seco P=97% (m3/s)	0,034
Caudal disponible año seco P=98% (m3/s)	0,024
Caudal disponible año seco P=99% (m3/s)	0,015

Realizamos el mismo calculo que en el caso del rio Mandeo para comprobar si hay déficit de caudal en el rio Vexo para suministrar a la población de Betanzos:

Q deficit	
Caudal deficit P=75% (m3/s)	0,124
Caudal deficit P=87,5% (m3/s)	0,085
Caudal deficit P=89% (m3/s)	0,080
Caudal deficit P=90% (m3/s)	0,077

Caudal deficit P=91% (m3/s)	0,059
Caudal deficit P=92% (m3/s)	0,041
Caudal deficit P=93% (m3/s)	0,023
Caudal deficit P=94% (m3/s)	0,006
Caudal deficit P=95% (m3/s)	-0,013
Caudal deficit P=96% (m3/s)	-0,024
Caudal deficit P=97% (m3/s)	-0,034
Caudal deficit P=98% (m3/s)	-0,043
Caudal deficit P=99% (m3/s)	-0,053

Comprobamos podemos garantizar el suministro para un periodo de retorno de 17 años. Por lo que habría que suministrar desde otro punto el nuevo déficit.

El máximo caudal que se llega a transportar desde este captación para este mes teniendo en cuenta el déficit del rio Mendo y la disponibilidad del rio Mandeo en este mes de agosto es de 52 l/s para el periodo de retorno de 17 años.

Analizamos ahora la disponibilidad de caudal del mes de septiembre:

AREA DE LA CUENCA (km2)	23,86
Q medio	
Caudal medio de la cuenca Qo (l/s)	1,387
Caudal medio año seco P=75% (T=4 años) (m3/s)	0,961
Caudal medio año seco P=87,5% (T=8 años) (m3/s)	0,754
Caudal medio año seco P=89% (T=9 años) (m3/s)	0,729
Caudal medio año seco P=90% (T=10 años) (m3/s)	0,713
Caudal medio año seco P=91% (T=11 años) (m3/s)	0,688
Caudal medio año seco P=92% (T=13 años) (m3/s)	0,662
Caudal medio año seco P=93% (T=14 años) (m3/s)	0,637
Caudal medido año seco P=94% (T=17 años) (m3/s)	0,612
Caudal medio año seco P=95% (T=20 años) (m3/s)	0,587
Caudal medio año seco P=96% (T=25 años) (m3/s)	0,536
Caudal medio año seco P=97% (T=35 años) (m3/s)	0,485
Caudal medio año seco P=98% (T=50 años) (m3/s)	0,435
Caudal medio año seco P=99% (T=100 años) (m3/s)	0,384
Q estiaje	
Zona estiaje	2
Factor Cm	0,177
Caudal estiaje año seco P=75% (m3/s)	0,170
Caudal estiaje año seco P=87,5% (m3/s)	0,133
Caudal estiaje año seco P=89% (m3/s)	0,129
Caudal estiaje año seco P=90% (m3/s)	0,126
Caudal estiaje año seco P=91% (m3/s)	0,122
Caudal estiaje año seco P=92% (m3/s)	0,117

Caudal estiaje año seco P=93% (m3/s)	0,113
Caudal estiaje año seco P=94% (m3/s)	0,108
Caudal estiaje año seco P=95% (m3/s)	0,104
Caudal estiaje año seco P=96% (m3/s)	0,095
Caudal estiaje año seco P=97% (m3/s)	0,086
Caudal estiaje año seco P=98% (m3/s)	0,077
Caudal estiaje año seco P=99% (m3/s)	0,068
Q ecologico	
Caudal ecologico (m3/s)	0,044
Q captaciones	
Caudal captaciones aguas arriba de la estudiada	0,014
Q disponible	
Caudal disponible año seco P=75% (m3/s)	0,112
Caudal disponible año seco P=87,5% (m3/s)	0,075
Caudal disponible año seco P=89% (m3/s)	0,071
Caudal disponible año seco P=90% (m3/s)	0,068
Caudal disponible año seco P=91% (m3/s)	0,064
Caudal disponible año seco P=92% (m3/s)	0,059
Caudal disponible año seco P=93% (m3/s)	0,055
Caudal disponible año seco P=94% (m3/s)	0,050
Caudal disponible año seco P=95% (m3/s)	0,046
Caudal disponible año seco P=96% (m3/s)	0,037
Caudal disponible año seco P=97% (m3/s)	0,028
Caudal disponible año seco P=98% (m3/s)	0,019
Caudal disponible año seco P=99% (m3/s)	0,010

Realizamos la comprobación sobre si tenemos suficiente caudal para abastecer a Betanzos en este mes de septiembre:

Q deficit	
Caudal deficit P=75% (m3/s)	0,112
Caudal deficit P=87,5% (m3/s)	0,075
Caudal deficit P=89% (m3/s)	0,060
Caudal deficit P=90% (m3/s)	0,048
Caudal deficit P=91% (m3/s)	0,032
Caudal deficit P=92% (m3/s)	0,014
Caudal deficit P=93% (m3/s)	-0,002
Caudal deficit P=94% (m3/s)	-0,020
Caudal deficit P=95% (m3/s)	-0,018
Caudal deficit P=96% (m3/s)	-0,027
Caudal deficit P=97% (m3/s)	-0,036
Caudal deficit P=98% (m3/s)	-0,045
Caudal deficit P=99% (m3/s)	-0,054

Podríamos asegurar el suministro del caudal punta estacional para un periodo de retorno de 13 años, por lo que habría que suministrar el nuevo déficit desde otro punto.

El máximo caudal que se llega a transportar desde esta captación es de 53 l/s para un periodo de retorno de 14 años.

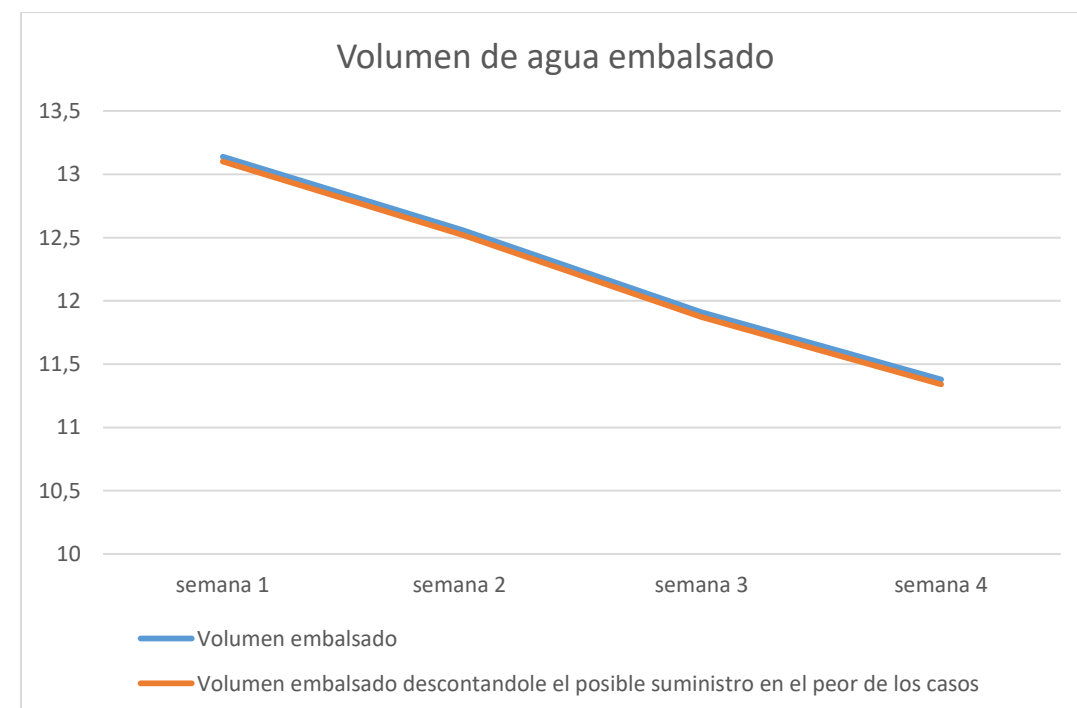
Teniendo en cuenta los caudales máximos de ambos meses el limitante sería el de 53 l/s para el cual se diseñaría la tubería.

El caudal de déficit máximo a 25 años de ambos meses sería de 27 l/s, por lo que habría que encontrar otro punto de suministro que tuviese esta capacidad de suministro para el mes de septiembre.

EMBALSE DE CECEBRE

Analizamos como afecta el suministro de caudal a Betanzos en el peor de los casos para el mes de septiembre. Este caso es el correspondiente a los que están entre un periodo de retorno de 17 y 25 años. Los Hm3 por semana correspondientes al peor de los casos que son 64 l/s. Se necesitarían suministrar 0,0387 Hm3.

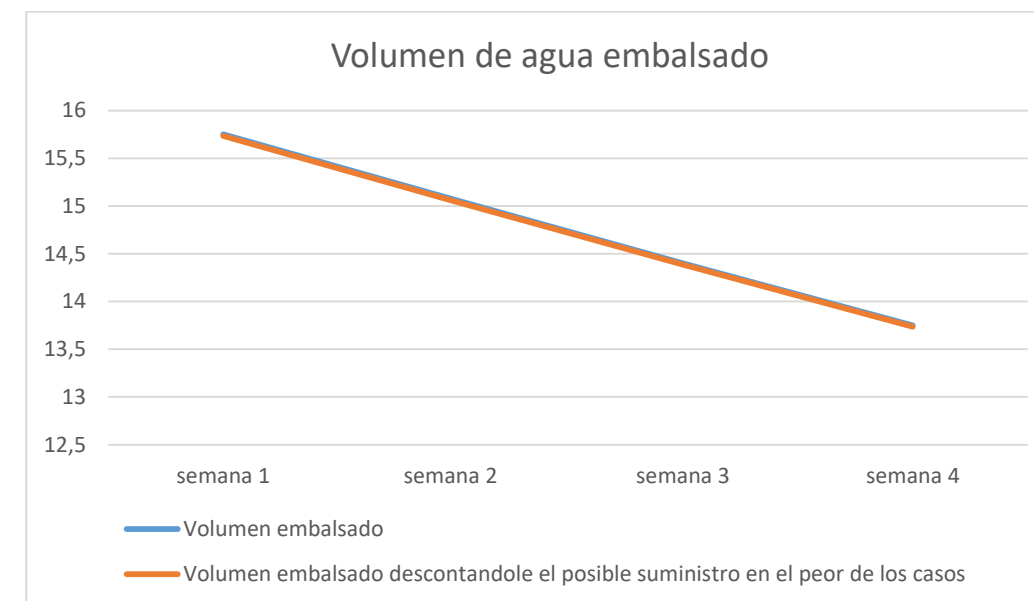
El análisis consta en comparar el mes de septiembre en el que menos hm3 tuvo el embalse de los últimos 13 años (donde se incluiría todos los suministros que se están realizando en la actualidad) con como afectaría a esa situación si se eliminasen semanalmente los Hm3 necesarios:



Comprobamos que los Hm3 que se suministran a Betanzos no afectan a la situación del volumen embalsado, ya que es despreciable el volumen necesario para el posible suministro.

Analizamos ahora como afecta el suministro en el peor de los casos en el mes de agosto. Este caso corresponde al periodo de retorno de 25 años. Este caso corresponde a un suministro de 25 l/s lo que equivale a semanalmente 0,01512 Hm3.

Realizamos la misma comparación en el mes de agosto que acabamos de realizar con septiembre:

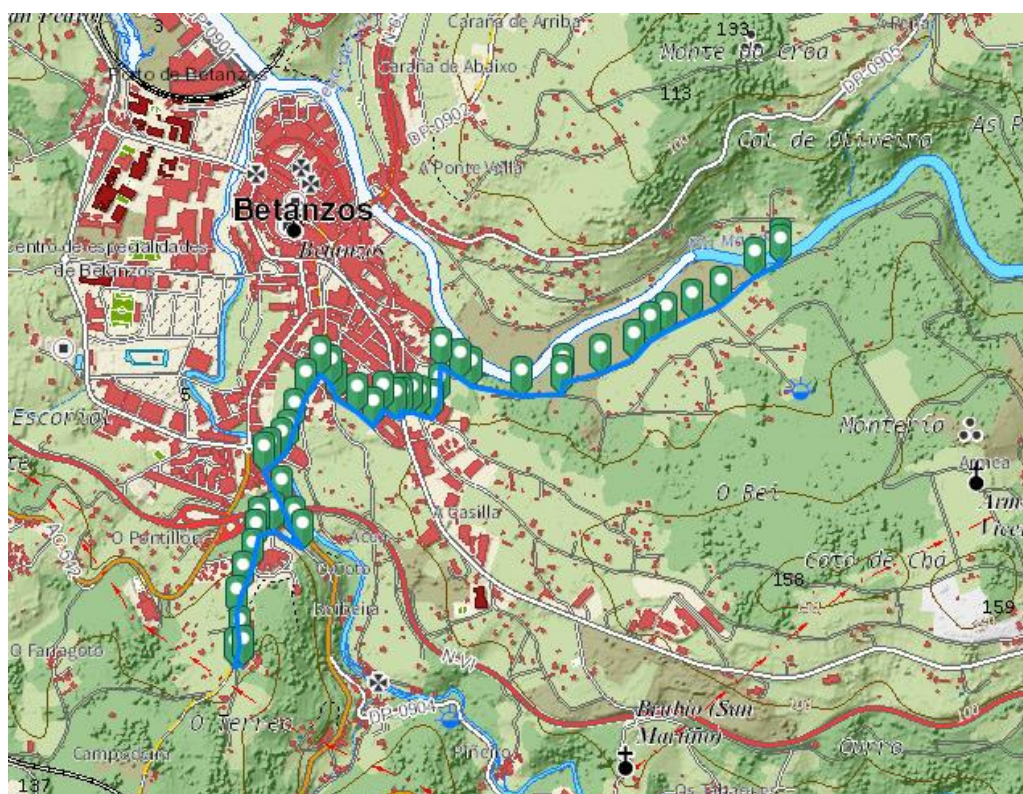


Podemos observar que todavía afecta menos que en el mes de septiembre, por lo que, es un recurso a posible para cubrir el déficit de abastecimiento a Betanzos. Y en el caso de que haya algún año en el que no haya suficiente caudal se hará una conexión con el embalse de Meirama que multiplicara por siete el volumen de embalsamiento de dicho embalse, por lo que, no habrá problema para el suministro.

10.- DESCRIPCION DE LAS ALTERNATIVAS CONSIDERADAS

ALTERNATIVA 1: SUMINISTRO ADICIONAL DE CAUDAL PROCEDENTE DEL RIO MANDEO

Esta alternativa surge como recurso cuando no se tiene suficiente caudal para abastecer a la población de Betanzos debido a la sequía. Esto se puede dar en los meses de agosto o septiembre como ya hemos analizado previamente. El río Mandeo tiene caudal suficiente para cubrir el déficit de la captación actual del río Mendo. Consistiría en una captación de agua impulsada a través de una tubería de impulsión hasta la ETAP de Betanzos existente. La distancia de dicha conducción sería de 3095 metros.



Z8125 8-L8W

Company	XYLEM WATER SOLUTIONS ESPAÑA, SL	Customer		Date	09/08/2018
Contact	Diego Rodriguez Varela	Contact		Item no.	
Phone number	696 981 571	Phone number		Project	
Email	diego.rodriguez@xyleminc.com	Email		Project no.	
Operating Data Specification		Hydraulic data (duty point)		Impeller design	
Flow	67,47 l/s	Flow	68,5 l/s	Impeller R	145 mm
Head	167,2 m	Head	169 m	Frequency	50 Hz
Static head	95,64 m			Speed	2900 1/min

55

Q deficit	
Caudal deficit P=75% (T=4 años) (m3/s)	0,103
Caudal deficit P=87,5% (T=8 años) (m3/s)	0,00
Caudal deficit P=89% (T=9 años) (m3/s)	-0,01
Caudal deficit P=90% (T=10 años) (m3/s)	-0,02
Caudal deficit P=91% (T=11 años) (m3/s)	-0,03
Caudal deficit P=92% (T=13 años) (m3/s)	-0,04
Caudal deficit P=93% (T=14 años) (m3/s)	-0,05
Caudal deficit P=94% (T=17 años) (m3/s)	-0,07
Caudal deficit P=95% (T=20 años) (m3/s)	-0,08
Caudal deficit P=96% (T=25 años) (m3/s)	-0,10
Caudal deficit P=97% (T=35 años) (m3/s)	-0,13
Caudal deficit P=98% (T=50 años) (m3/s)	-0,15
Caudal deficit P=99% (T=100 años) (m3/s)	-0,18

Realizamos el mismo calculo para el mes de agosto a partir del déficit:

Q deficit	
Caudal deficit P=75% (T=4 años) (m3/s)	0,132
Caudal deficit P=87,5% (T=8 años) (m3/s)	0,023
Caudal deficit P=89% (T=9 años) (m3/s)	0,010
Caudal deficit P=90% (T=10 años) (m3/s)	0,007
Caudal deficit P=91% (T=11 años) (m3/s)	-0,013
Caudal deficit P=92% (T=13 años) (m3/s)	-0,020

Caudal deficit P=93% (T=14 años) (m3/s)	-0,039
Caudal deficit P=94% (T=17 años) (m3/s)	-0,052
Caudal deficit P=95% (T=20 años) (m3/s)	-0,066
Caudal deficit P=96% (T=25 años) (m3/s)	-0,093
Caudal deficit P=97% (T=35 años) (m3/s)	-0,119
Caudal deficit P=98% (T=50 años) (m3/s)	-0,146
Caudal deficit P=99% (T=100 años) (m3/s)	-0,173

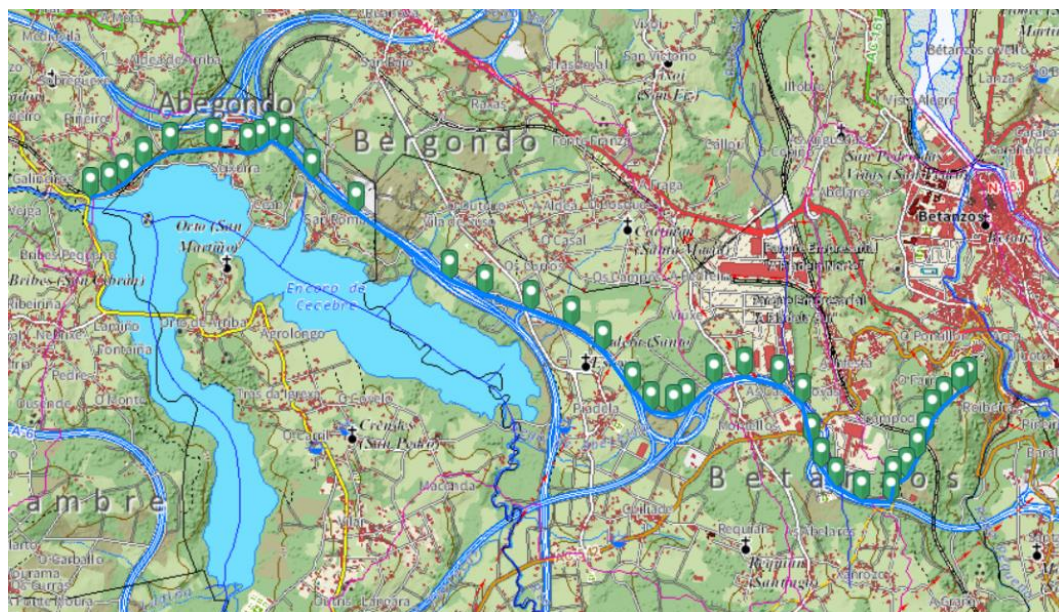
En este mes entre los 20 y 25 años de periodo de retorno tendremos que suministrar solamente el caudal punta estacional que serán 67 l/s para este mes de agosto. Según este criterio el volumen de agua a suministrar por el río Mendo mediante bombeo durante los 25 años de vida útil de la obra sería de 11.956.896,00 m³.

El total de volumen captado en los 25 años sería de 28.540.512,00 m³

ALTERNATIVA 2: SUMINISTRO DE DEFICIT DE CAUDAL PROCEDENTE DEL RIO VEXO Y DEL EMBALSE DE CECEBRE

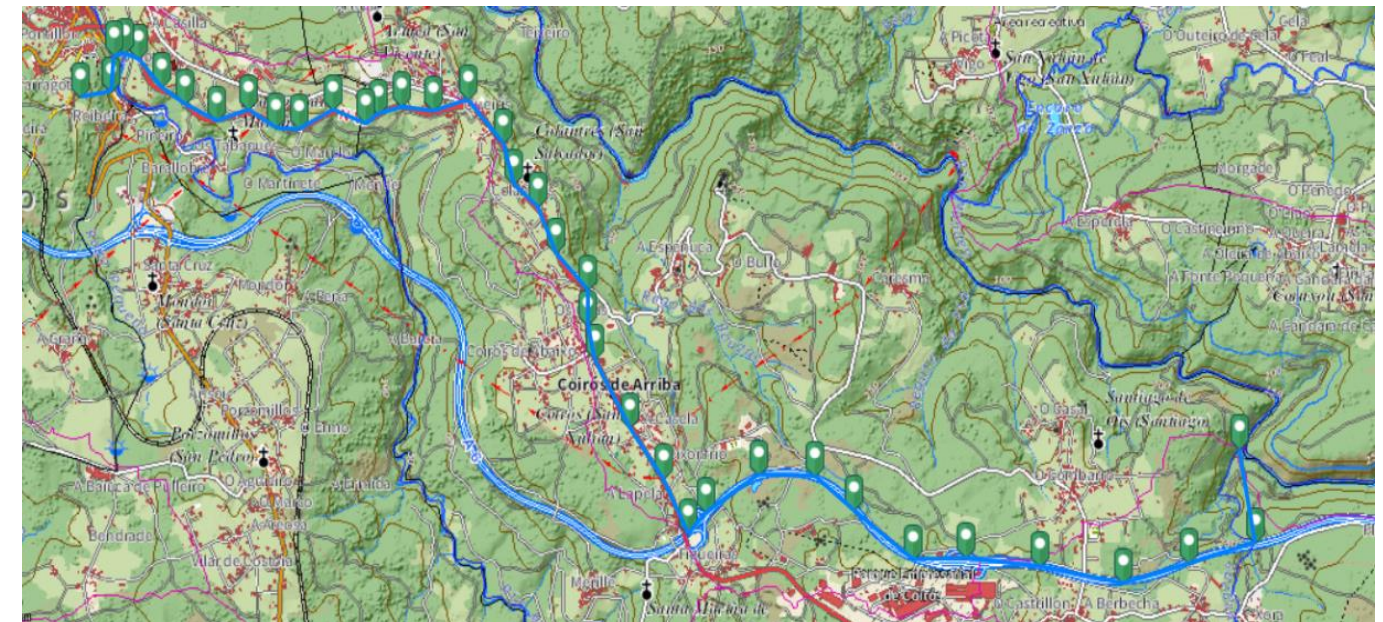
En esta alternativa consideramos la captación de agua en el río Vexo para cubrir el déficit de río Mendo para abastecer a Betanzos. Como demostramos previamente el agua de este río Vexo no va a cubrir el déficit total, por lo que, cubriremos el nuevo déficit con agua procedente del embalse de cecebre.

La distancia de la conducción de la tubería desde la captación en el río Vexo hasta la ETAP de Betanzos (donde se trataría dicha agua) sería de 11.900 metros, siendo la cota de la ETAP 96,64 metros y la de la captación 147 metros.



Como hemos demostrado anteriormente el máximo caudal que se suministrara desde esta captación será de 53 l/s, por lo que, este será el caudal de diseño para la tubería de conducción. Para esta altura geométrica, esta longitud y este caudal necesitamos una tubería de fundición ductil de 300 mm de diámetro nominal con una velocidad de 0,75 m/s. Esta tubería para este caudal tiene una pérdida de carga 1,51 metros cada km, por lo que, tendremos una pérdida de carga lineal de 17,99 metros y una pérdida de carga debido a las pérdidas localizadas de 0.17 metros (hay altura geométrica suficiente para transportar este caudal con esta pérdida de carga).

Para cubrir el déficit que deja este río para abastecer a Betanzos captamos agua del embalse de cecebre. La distancia de conducción hasta la ETAP desde este nuevo punto de captación es de 8,86km, siendo la cota de la ETAP 96,64 metros y la de captación en el embalse de 34 metros.



El caudal máximo que se suministrara desde el embalse será de 27 l/s (calculado anteriormente). Como anteriormente vimos que habría volumen de agua suficiente en el embalse de cecebre para suministrar un caudal de 67,47 l/s, pues lógicamente también lo hay para un caudal de 27 l/s. Para estas condiciones diseñamos una tubería de fundición ductil de 200 mm con una velocidad de 0,859, para la cual tenemos una pérdida de carga de 3,16 metros por km. Esto equivale a una pérdida de carga lineal de 28,03 metros y una pérdida de carga de zonas localizadas de 0,22 metros. Con lo que la altura de bomba sería de 90,89 metros. El grupo de bombeo que emplearemos cumplirá las siguientes condiciones:

**Z895 6/3A-L8W**

Company	XYLEM WATER SOLUTIONS ESPAÑA, SL	Customer		Date	09/08/2018
Contact	Diego Rodríguez Varela	Contact		Item no.	
Phone number	696 981 571	Phone number		Project	
Email	diego.rodriguez@xyleminc.com	Email		Project no.	
Operating Data Specification		Hydraulic data (duty point)		Impeller design	
Flow	27 l/s	Flow	27,1 l/s	Impeller R	140 mm
Head	111,7 m	Head	112 m	Frequency	50 Hz
Static head	62,64 m			Speed	2900 1/min

Consistirá en una bomba de 45 kw de potencia.

El volumen de agua que se suministra en un periodo de retorno de 25 años procedente del embalse se calcula a partir del déficit del caudal de recurso del rio Vexo, como se calculo para la primera alternativa.

Primero calculamos el volumen de agua que se suministraría en 25 años en el mes de agosto:

Q deficit	
Caudal deficit P=75% (T=4 años) (m3/s)	0,124
Caudal deficit P=87,5% (T=8 años) (m3/s)	0,085
Caudal deficit P=89% (T=9 años) (m3/s)	0,080
Caudal deficit P=90% (T=10 años) (m3/s)	0,077
Caudal deficit P=91% (T=11 años) (m3/s)	0,059
Caudal deficit P=92% (T=13 años) (m3/s)	0,041
Caudal deficit P=93% (T=14 años) (m3/s)	0,023
Caudal deficit P=94% (T=17 años) (m3/s)	0,006
Caudal deficit P=95% (T=20 años) (m3/s)	-0,013
Caudal deficit P=96% (T=25 años) (m3/s)	-0,024
Caudal deficit P=97% (T=35 años) (m3/s)	-0,034
Caudal deficit P=98% (T=50 años) (m3/s)	-0,043
Caudal deficit P=99% (T=100 años) (m3/s)	-0,053

El volumen de agua para este mes procedente del embalse seria de 2.884.896,00 m3.

Procedemos ahora al calculo del volumen de agua para el mes de septiembre:

Q deficit	
Caudal deficit P=75% (T=4 años) (m3/s)	0,112
Caudal deficit P=87,5% (T=8 años) (m3/s)	0,075
Caudal deficit P=89% (T=9 años) (m3/s)	0,060
Caudal deficit P=90% (T=10 años) (m3/s)	0,048
Caudal deficit P=91% (T=11 años) (m3/s)	0,032
Caudal deficit P=92% (T=13 años) (m3/s)	0,014
Caudal deficit P=93% (T=14 años) (m3/s)	-0,002
Caudal deficit P=94% (T=17 años) (m3/s)	-0,020
Caudal deficit P=95% (T=20 años) (m3/s)	-0,018

Caudal deficit P=96% (T=25 años) (m3/s)	-0,027
Caudal deficit P=97% (T=35 años) (m3/s)	-0,036
Caudal deficit P=98% (T=50 años) (m3/s)	-0,045
Caudal deficit P=99% (T=100 años) (m3/s)	-0,054

El volumen de agua para este mes procedente del embalse seria de 3.574.368,00 m3.

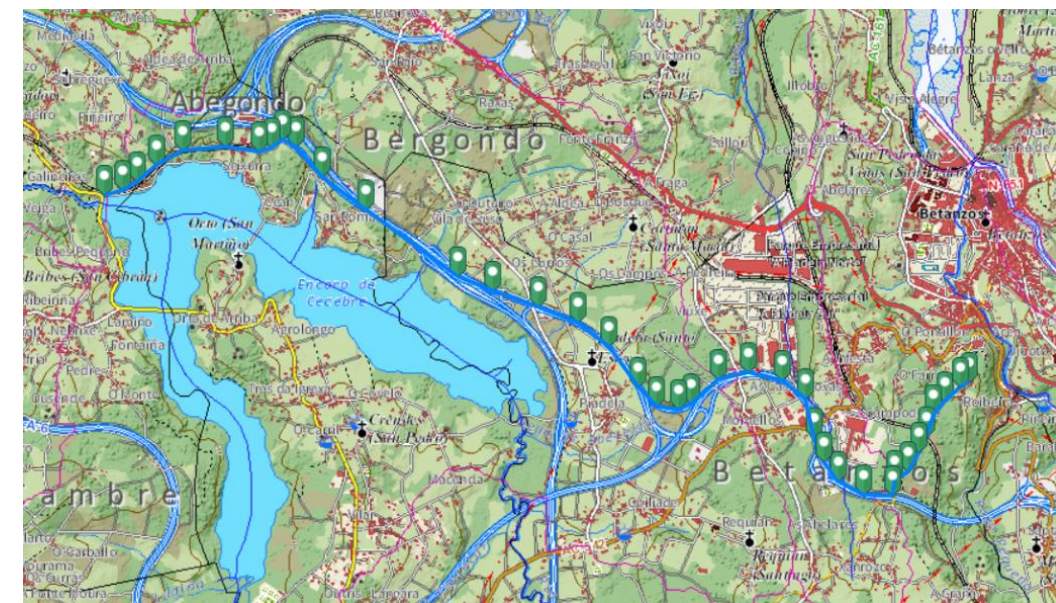
El total de volumen captado en el embalse en los 25 años seria de 6.459.264,00 m3.

El resto del caudal seria captado en el rio Vexo.

ALTERNATIVA 3: TOMA DE AGUA PROCEDENTE DEL EMBALSE DE CECEBRE

En esta alternativa se capta agua del embalse para impulsarla hasta la ETAP. Como ya demostramos previamente el embalse tiene suficiente volumen de agua para cubrir ese déficit.

La altura geométrica será de 62,64 metros, el máximo caudal de suministro será el punta estacional (67,47l/s) y la longitud de la tubería serán 8,86 km.



Con estos diseñamos una tubería de fundición ductil de 300 mm con una perdida de carga lineal de 2,36 metros por km con una velocidad de 0,955 m/s. Por lo que, con esta longitud tenemos una perdida de carga lineal de 20,89 metros y una perdida de carga de zonas localizadas de 0,27 metros. Como consecuencia necesitamos una bomba para una altura de bomba de 83,80 metros y un caudal de 67,47 l/s. El grupo de bombeo que emplearemos cumplirá las siguientes condiciones:

Z10275 4/3A-L8W

Company	XYLEM WATER SOLUTIONS ESPAÑA, SL	Customer		Date	09/08/2018
Contact	Diego Rodríguez Varela	Contact		Item no.	
Phone number	696 981 571	Phone number		Project	
Email	diego.rodriguez@xyleminc.com	Email		Project no.	
Operating Data Specification		Hydraulic data (duty point)		Impeller design	
Flow	67,47 l/s	Flow	68,7 l/s	Impeller R	181 mm
Head	109,4 m	Head	111 m	Frequency	50 Hz
Static head	62,64 m			Speed	2890 1/min

Consistirá en una bomba de 93 kw de potencia.

El volumen de caudal suministrado por el embalse para un periodo de retorno de 25 años (vida útil de la obra) será el mismo que en la alternativa 1 (28.540.512,00 m3), ya que se calcula a partir del déficit de caudal del río Mendo

11.- SERVICIOS AFECTADOS, COORDINACION CON ORGANISMOS Y DISPONIBILIDAD DE TERRENOS

En este punto se resumen los organismos ante los que será necesario realizar gestiones, bien para solicitar permisos de actuación o para solicitar información.

Todas las autorizaciones se acompañarán de las separatas del proyecto que soliciten los distintos organismos.

Las administraciones con las que pueden surgir interferencias de servicios afectados en las diferentes alternativas consideradas son las siguientes:

– Carreteras:

- Axencia Galega de Infraestruturas.- Informe favorable para las actuaciones previstas en la impulsión del agua bruta donde su trazado se cruza bajo la AC-840 Betanzos (AC-542) – Lím. Prov. – Agolada (N-640)

– Ayuntamiento de Betanzos:

- Urbanismo: Informe de compatibilidad urbanística
- Expropiaciones: Compromiso de puesta a disposición de las parcelas necesarias para la ejecución de las obras necesarias (Decreto 84/1997, de 10 de abril) en la Opción 1.

– Consellería de Medio Ambiente e Ordenación do Territorio:

- Augas de Galicia: Informe favorable para la ocupación temporal o permanente de cauces y zona de Dominio Público.
- Dirección Xeral de Conservación da Natureza: Informe sobre el carácter de

“Apreciable” o “No Apreciable” de las afecciones previstas sobre el ZEC

ES1110007, Betanzos – Mandeo

– Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria:

- Servizo do Patrimonio cultural Xefatura Provincial de A Coruña: Consulta bienes catalogados (Ley 5/2016, del 4 de mayo)
- Dirección Xeral do Patrimonio Cultural: Informe favorable por la posible afección al Camino de Santiago Inglés (Ley 5/2016, del 4 de mayo)

– Consellería de Sanidade:

- Xefatura Territorial de Sanidade de A Coruña: Informe sanitario vinculante (RD 140/2003, de 7 de febrero)

12.- VALORACION AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS

A continuación, se procederá al análisis de los parámetros ambientales más significativos de la zona de actuación y a la evaluación del impacto que las obras ejercerán sobre los mismos. El dato ambiental más relevante de la zona de actuación en cuanto a **espacios protegidos**, es que la parcela de la captación limita con la zona de LIC BETANZOS-MANDEO (ES1110007) y que la zona está en la RESERVA DE LA BIOSFERA: MARIÑAS CORUÑESAS E TERRAS DO MANDEO.

Dentro de la **valoración paisajística**, cabe destacar que toda la zona de implantación de la ETAP se encuentra dentro de la zona de valores paisajísticos culturales y patrimoniales del Camino de Santiago (CAMIÑO INGLÉS). Su calificación en cuanto a visibilidad estratégica es media – baja.

En cuanto a la **vegetación**, según datos obtenidos del Siose 2014, la cobertura de la zona se compone de un mosaico de cultivos arbóreos. Dentro de los **valores faunísticos** de la zona, será importante señalar que Betanzos está incluido dentro de:

– Zona 3 del Plan de Xestión del Lobo de la Xunta de Galicia

– Zona potencial del Plan da Escribenta das Canabeiras (ave de la familia Emberizidae que puebla las zonas húmedas de buena parte de Europa y norte de Asia) Desde el punto de vista **patrimonial** cabe destacar que la parcela de ubicación de la ETAP se sitúa pegada al trazado del Camino de Santiago, concretamente el CAMINO INGLÉS en su

p.k. 66+900 al 67+000. Si bien, siempre que las obras se circunscriban al ámbito de la parcela, no afectarán al trazado del camino.

Según el análisis de las Normas Subsidiarias de Betanzos y de la información Geográfica de la Xunta de Galicia, en la zona de ubicación de la ETAP y de la captación no se encuentra ningún otro elemento patrimonial catalogado. Cabe destacar que en lo alto de uno de los depósitos de la ETAP, se ha instalado hace años la silueta de un peregrino hecha de metal, que, si bien, no es un bien patrimonial catalogado, dada su simbología, se puede considerar que ha pasado a formar parte del “paisaje” del camino y deberá ser respetado en cualquiera de las alternativas elegidas

Desde el punto de vista **hidrológico**, destacar que la captación se localiza en el río Mendo, localizándose dentro de la zona de flujo preferente, inundable y de policía de cauces. El río Mandeo es un tramo de interés de especies amenazadas, a esto se debe el elevado caudal ecológico del mismo. A continuación, se procede a describir los efectos previsibles que las distintas alternativas de mejora en la ETAP de Betanzos pueden provocar sobre cada uno de los aspectos ambientales descritos, para proceder a clasificar los impactos en: compatibles, moderados, severos o críticos, definidos como sigue:

- Compatible(C): impacto de poca entidad. En el caso de impactos compatibles adversos habrá recuperación inmediata de las condiciones originales tras el cese de la actividad. No es necesario establecer medidas correctoras.
- Moderado (M): la recuperación de las condiciones originales requiere cierto tiempo y es aconsejable aplicar medidas correctoras.
- Severo(S): se requiere la aplicación de medidas correctoras para recuperar las condiciones originales del medio. La recuperación, aún con estas prácticas, exige un período de tiempo dilatado.
- Crítico (CR): la magnitud del impacto es superior al umbral aceptable, por lo que se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales sin posible recuperación. Es poco factible la introducción de prácticas correctoras.

	Posibles alternativas		
	Opcion 1	Opcion 2	Opcion 3
Atmosfera	Moderado	Moderado	Moderado
Hidrologia superficial	Moderado	Moderado	Compatible
Geotecnia/Topografia	Moderado	Moderado	Moderado
Ocupacion del suelo	Moderado	Moderado	Moderado
Vegetacion (cultivos, espacios forestales y zonas húmedas, etc.)	Moderado	Moderado	Moderado
Fauna	Moderado	Moderado	Compatible
Paisaje	Compatible	Compatible	Compatible
Infraestructuras servicios, viviendas, etc.	Compatible	Compatible	Compatible
Necesidades o excedentes de materiales	Moderado	Moderado	Moderado

13.- VALORACION ECONOMICA DE ALTERNATIVAS

-INVERSION INICIAL

ALTERNATIVA 1: CAPTACION EN RIO MANDEO

Como la mayor parte del terreno es carretera, supondremos que colocamos toda la tubería bajo material bituminoso. Teniendo en cuenta que el precio de fresado es de 2 €/m, el de excavación y relleno de 6 €/m, la tubería de 250 mm de diámetro de 1,6 MPa colocada tiene un precio de 39,54 €/m y la reposición de firmes de 11€/m, obtenemos el presupuesto base de licitación mas IVA:

VALORACION ECONOMICA ALTERNATIVA 1		
DESCRIPCION		IMPORTE
1	CAPTACION	60.000,00
2	3 Bombas Z8125 08-L8W con motor de 60 kW 380-415V 50 Hz	57.942,24
3	CAMARA DE LLAVES	10.000,00
4	CUADRO ELECTRICO	10.000,00
5	PARTIDA ALZADA A JUSTIFICAR ACOMETIDA ELECTRICA	40.000,00
6	FRESADO, EXCAVACION, RELLENO Y EXTENDIDO MEZCLA BITUMINOSA	58.805,00
7	TUBERIA FUNDICION DUCTIL Ø250 mm COLOCADA	290.465,75
	SEGURIDAD Y SALUD	1% 5.272,13
	GESTION DE RESIDUOS	0,50% 2.636,06
TOTAL PEM		535.121,18

	GASTOS GENERALES	13%	69.565,75
	BENEFICIO INDUSTRIAL	6%	32.107,27
		SUMA	636.794,21
	IVA	21%	133.726,78
TOTAL PEC			770.520,99

ALTERNATIVA 2: CAPTACION EN RIO VEXO

Para las mismas condiciones que en la alternativa 1, debido a que la mayor parte del tramo también es por carretera y el caudal a suministrar es el mismo tenemos el mismo diámetro de tubería pero con de 1 MPa debido a que no tenemos impulsión. Con estas condiciones obtenemos el presupuesto base de licitación mas IVA:

VALORACION ECONOMICA ALTERNATIVA 2			
DESCRIPCION			IMPORTE
1	2 CAPTACIONES		120.000,00
2	FRESADO, EXCAVACION, RELLENO Y EXTENDIDO MEZCLA BITUMINOSA		394.440,00
3	Bomba Z895 06/3A-L8W con motor de 45 kW 380-415V 50 Hz		15.828,05
4	CAMARA DE LLAVES		10.000,00
5	CUADRO ELECTRICO		10.000,00
6	PARTIDA ALZADA A JUSTIFICAR ACOMETIDA ELECTRICA		40.000,00
7	TUBERIA FUNDICION DUCTIL Ø200 mm COLOCADA		652.760,50
8	TUBERIA FUNDICION DUCTIL Ø300 mm COLOCADA		1.432.745,00
	SEGURIDAD Y SALUD	1%	26.757,74
	GESTION DE RESIDUOS	0,50%	13.378,87
TOTAL PEM			2.715.910,15
	GASTOS GENERALES	13%	353.068,32
	BENEFICIO INDUSTRIAL	6%	162.954,61
		SUMA	3.231.933,08
	IVA	21%	678.705,95
TOTAL PEC			3.910.639,03

ALTERNATIVA 3: TOMA DE AGUA PROCEDENTE DEL DEPOSITO DE EMALCSA DE ABASTECIMIENTO A CORUÑA

VALORACION ECONOMICA ALTERNATIVA 3			
DESCRIPCION			IMPORTE
1	CAPTACION		60.000,00
2	FRESADO, EXCAVACION, RELLENO Y EXTENDIDO MEZCLA BITUMINOSA		168.340,00
3	CONEXIÓN EMBALSE CON TUBERIA		60.000,00
4	Bomba Z10275 04/3A-L8W con motor de 93 kW 380-415V 50 Hz		26.089,33
5	CAMARA DE LLAVES		10.000,00
6	CUADRO ELECTRICO		10.000,00
7	PARTIDA ALZADA A JUSTIFICAR ACOMETIDA ELECTRICA		40.000,00
8	TUBERIA FUNDICION DUCTIL Ø300 mm COLOCADA		1.094.320,75
	SEGURIDAD Y SALUD	1%	14.687,50
	GESTION DE RESIDUOS	0,50%	7.343,75
TOTAL PEM			1.490.781,33
	GASTOS GENERALES	13%	193.801,57
	BENEFICIO INDUSTRIAL	6%	89.446,88
		SUMA	1.774.029,78
	IVA	21%	372.546,25
TOTAL PEC			2.146.576,04

-GASTOS DE EXPLOTACION

ALTERNATIVA 1:

Toda el agua procedente del rio Mandeo es bombeada, por lo que, tiene un coste eléctrico que procedemos a calcularlo:

El grupo de bombeo tiene una potencia de 180 KW y con esta potencia suministra 68,5 l/s. Con estos datos obtenemos un consumo de 0,7299 Kwh por m3 de agua bombeada.

La factura eléctrica constara, por tanto, de dos términos:

- Término de potencia: es un término fijo mensual en función de la potencia contratada (€/KW y mes)
- Potencia contratada: 180 KW

-Tarifa: 4,39 €/KW y mes

-Coste por septiembre y agosto durante 25 años: 39.510,00 €

- Término de energía: es el término variable función del consumo real (€/Kwh)

Si la tarifa son 0.10 €/kwh, el consumo por m3 de agua bombeada son 0,7299 Kwh y el agua total bombeada durante los 25 años son 28.540.512,00 m3. Entonces el coste durante los 25 años será 2.083.171,97 €

Teniendo en cuenta estos costes, el coste eléctrico total durante los 25 años será 2.122.681,97 €. Siendo este el coste de explotación de la alternativa 1.

ALTERNATIVA 2

El coste de explotación del agua suministrada por gravedad será nulo pues no hay consumo energético ni hay que pagar gastos de concesión. En cambio para el agua procedente del embalse de cecebre hay que pagar un consumo energético y un gasto de concesión. Primero vamos con el calculo del coste energético para los 25 años de vida útil de la obra.

La bomba tiene una potencia de 45 KW y con esta potencia suministra 27,1 l/s. Con estos datos obtenemos un consumo de 0,4613 Kwh por m3 de agua bombeada.

La factura eléctrica constara, por tanto, de dos términos:

- Término de potencia: es un término fijo mensual en función de la potencia contratada (€/KW y mes)
 - Potencia contratada: 45 KW
 - Tarifa: 4.39 €/KW y mes

-Coste por septiembre y agosto durante 25 años: 9.877,50 €

- Término de energía: es el término variable función del consumo real (€/Kwh)

Si la tarifa son 0.10 €/kwh, el consumo por m3 de agua bombeada son 0,4613 Kwh y el agua total bombeada durante los 25 años son 6.459.264,00 m3. Entonces el coste durante los 25 años será 297.965,85 €.

Teniendo en cuenta estos costes, el coste eléctrico total durante los 25 años será 307.843,35 €.

Ahora tenemos que sumarle el coste de concesión cuya tarifa son 0,30 €/m3. El caudal bombeado es el cual procede del embalse, es decir, los 6.459.264,00 m3. Entonces el coste de concesión por este volumen de agua es 1.937.779,20 €.

El coste total de explotación de esta alternativa es de 2.245.622,55 €.

ALTERNATIVA 3:

Para este alternativa el agua procede solamente del embalse de cecebre, por lo que, hay que pagar un consumo energético de bombeo y un coste de concesión. Primero calcularemos el coste energético para los 25 años de vida útil de la obra:

La bomba tiene una potencia de 93 KW y con esta potencia suministra 68,7 l/s. Con estos datos obtenemos un consumo de 0,3760 Kwh por m3 de agua bombeada.

La factura eléctrica constara, por tanto, de dos términos:

- Término de potencia: es un término fijo mensual en función de la potencia contratada (€/KW y mes)
 - Potencia contratada: 93 KW
 - Tarifa: 4,39 €/KW y mes

-Coste por septiembre y agosto durante 25 años: 20.413,50 €

- Término de energía: es el término variable función del consumo real (€/Kwh)

Si la tarifa son 0.10 €/kwh, el consumo por m3 de agua bombeada son 0,3760 Kwh y el agua total bombeada durante los 25 años son 28.540.512,00 m3. Entonces el coste durante los 25 años será 1.073.123,25 €

Teniendo en cuenta estos costes, el coste eléctrico total durante los 25 años será 1.093.536,75 €.

Ahora tenemos que sumarle el coste de concesión cuya tarifa son 0,30 €/m3. El caudal bombeado es el cual procede del embalse, es decir, los 28.540.512,00 m3. Entonces el coste de concesión por este volumen de agua es 8.562.153,60 €.

El coste total de explotación de esta alternativa es de 9.655.690,35 €

-COSTE INVERSION INICIAL MAS GASTOS DE EXPLOTACION

ALTERNATIVA 1

2.893.202,96 €

ALTERNATIVA 2

6.156.261,58 €

ALTERNATIVA 3

11.802.266,39 €

14.- MATRIZ DE COMPARACION DE ALTERNATIVAS

Se tendrán en cuenta cuatro tipos de criterios: técnicos, ambientales, económicos y sanitarios para la valoración de las diferentes alternativas.

Para la comparación de alternativas se pretende realizar un estudio mediante metodología de ANÁLISIS MULTICRITERIO.

Cada criterio de valorará de 0 a 5, entendiendo como 0 la peor opción y 5 la mejor. A su vez cabe la posibilidad de que los diferentes criterios sean ponderados en función de su importancia, para que tengan mayor influencia (peso) en el resultado final de cara a la elección de la alternativa idónea. Así, por ejemplo, los parámetros ambientales analizados son 11, mientras que los técnicos son 5, por lo que se calculará la media de cada tipo de criterios a fin de que los 4 considerados ponderen entre 0 y 5 puntos.

Finalmente se ponderan los criterios en función de su trascendencia para la consecución de los fines perseguidos:

-Criterios ambientales 20%

-Criterios económicos 80%

Los criterios a tener en cuenta para la realización del estudio y la forma de valorarlos se exponen a continuación:

CRITERIOS AMBIENTALES

▪ Afecciones a la atmósfera. Directamente relacionado con el volumen de obra que se pretende ejecutar:

- (1) Ejecucion alternativa 2: Mayor volumen de obra y movimiento de tierras
- (4) Ejecucion alternativa 3
- (5) Ejecucion alternativa 1

▪ Afecciones a la hidrología superficial: Relacionado con la afección a cauces y curso fluviales, escorrentía, etc.

- (1) Ejecucion alternativa 1: Se hacen obras en la zona de captación y se capta un gran volumen de agua.

- (3) Ejecucion alternativa 2: Se hacen obras en zona de captación y pero se capta menos volumen de agua

- (5) Ejecucion alternativa 3: No se hacen obras de captación

▪ Afecciones a la geología y/o topografía. Relacionado con los cambios de relieve, necesidad de ejecutar desmontes o terraplenes, etc.

- (1) Ejecucion alternativa 2: Demoliciones y movimiento de tierras abundante
- (3) Ejecucion alternativas 1 y 3

▪ Suelo ocupado. Directamente relacionado con las expropiaciones que habrá que realizar, se refiere al suelo natural que será ocupado por las nuevas construcciones y/o urbanizado.

- (1) Ejecucion alternativa 2: Mayor suelo ocupado
- (3) Ejecucion alternativa 3
- (4) Ejecucion alternativa 1

▪ Afección a la vegetación: Relacionado con la necesidad de talas, afección a superficies cultivadas, etc.

- (4) Ejecucion alternativas 1, 2 y 3: Mayor parte del suelo ocupado por carretera

▪ Fauna: Interrupción de hábitos de alimentación o reproducción de fauna o destrucción de sus hábitats.

- (1) Ejecucion alternativa 1: Tramo de interés de especies amenazadas
- (3) Ejecucion alternativa 2
- (5) Ejecucion alternativa 3: Al no haber captación y el tramo de tubería es mayormente por carretera apenas hay afeccion a la fauna

▪ Paisaje. Modificaciones sustantivas en el paisaje de la zona.

- (5) Ejecucion alternativas 1,2 y 3: conducción totalmente subterráneo y las captación y el bombeo no tienen efecto paisajístico.

▪ Infraestructuras de servicios, viviendas, etc.

- (4) Ejecucion alternativas 1, 2 y 3: Apenas tiene influencia en dichas infraestructuras

▪ Necesidades o exceso de recursos. Directamente relacionado con el volumen de obra que se pretende ejecutar:

- (1) Ejecucion alternativa 2
- (4) Ejecucion alternativa 3
- (5) Ejecucion alternativa 1

CRITERIOS ECONOMICOS

- Coste de implantación, ejecución y explotación de las obras. Valora el total de la inversión desde la ejecución hasta la explotación durante la vida útil de la obra (25 años) que incluirá la totalidad de las obras necesarias
 - (1) Presupuesto mas alto de las alternativas consideradas.
 - Resto de alternativas se valoraran interpolando linealmente entre 1 y 5 en función del presupuesto previsto de las obras.
 - (5) Sin inversión

CRITERIOS TECNICOS

- Cobertura de agua en condiciones extremas de sequia:
 - (1) Ejecucion alternativa 1: la cobertura de agua viene muy condicionada por las precipitaciones al ser un rio.
 - (4) Ejecucion alternativa 2: como esta alternativa capta agua en un rio y cuando no hay caudal suficiente se capta agua en embalse de Cecebre que tiene un caudal disponible bastante elevado al conectarse próximamente al embalse de Meirama (multiplicara por 7 el caudal disponible) pero como la tubería no va a estar diseñada para un caudal elevado va a estar condicionado por esa tubería.
 - (5) Ejecucion alternativa 3: todo el caudal es captado en el embalse y la tubería tiene el suficiente diámetro para abastecer grandes demandas de la población, por lo que, siempre habrá caudal disponible y la conexión necesaria para abastecer a la población.

CRITERIOS SANITARIOS:

- Calidad del agua:
 - (2) Ejecucion alternativa 1: El agua procedente del rio esta en continuo movimiento y los sedimentos no se depositan, por lo que, si el agua viene con elevada concentración de solidos en suspension, éstos se mantienen.
 - (3) Ejecucion alternativa 2: El agua procede del rio y del embalse, por lo que, la que procede del rio tiene el mismo problema que en la alternativa 1 y la que procede del embalse al estar estancada, por lo tanto, los solidos en suspensión que proceden del rio se depositan en la solera.

- (5) Ejecucion alternativa 3: El agua procede solo del embalse.

MATRIZ COMPARATIVA DE ALTERNATIVAS

Posibles alternativas	Criterios ambientales										Criterios economicos	Criterios tecnicos	Criterios sanitarios
	Atmosfera	Hidrologia superficial	Geologia/Topografia	Ocupacion de suelo	Vegetacion	Fauna	Paisaje	Infraestructuras, servicios, viviendas, etc.	Necesidades o excedentes de materiales	VALORACION TOTAL AMBIENTAL	VALORACION TOTAL ECONOMICA	VALORACION TOTAL TECNICA	VALORACION TOTAL SANITARIA
	5	1	3	4	4	1	5	4	5	3,6	4,02	1	2
	1	3	1	1	4	3	5	4	1	2,6	2,91	4	3
	4	5	3	3	4	5	5	4	4	4,1	1	5	5

Posibles alternativas	40%	40%	10%	10%	VALORACION TOTAL ALTERNATIVAS
	VALORACION TOTAL AMBIENTAL	VALORACION TOTAL ECONOMICA	VALORACION TOTAL TECNICA	VALORACION TOTAL SANITARIA	
Alternativa 1	3,6	4,02	1	2	3,35
Alternativa 2	2,6	2,91	4	3	2,90
Alternativa 3	4,1	1	5	5	3,04

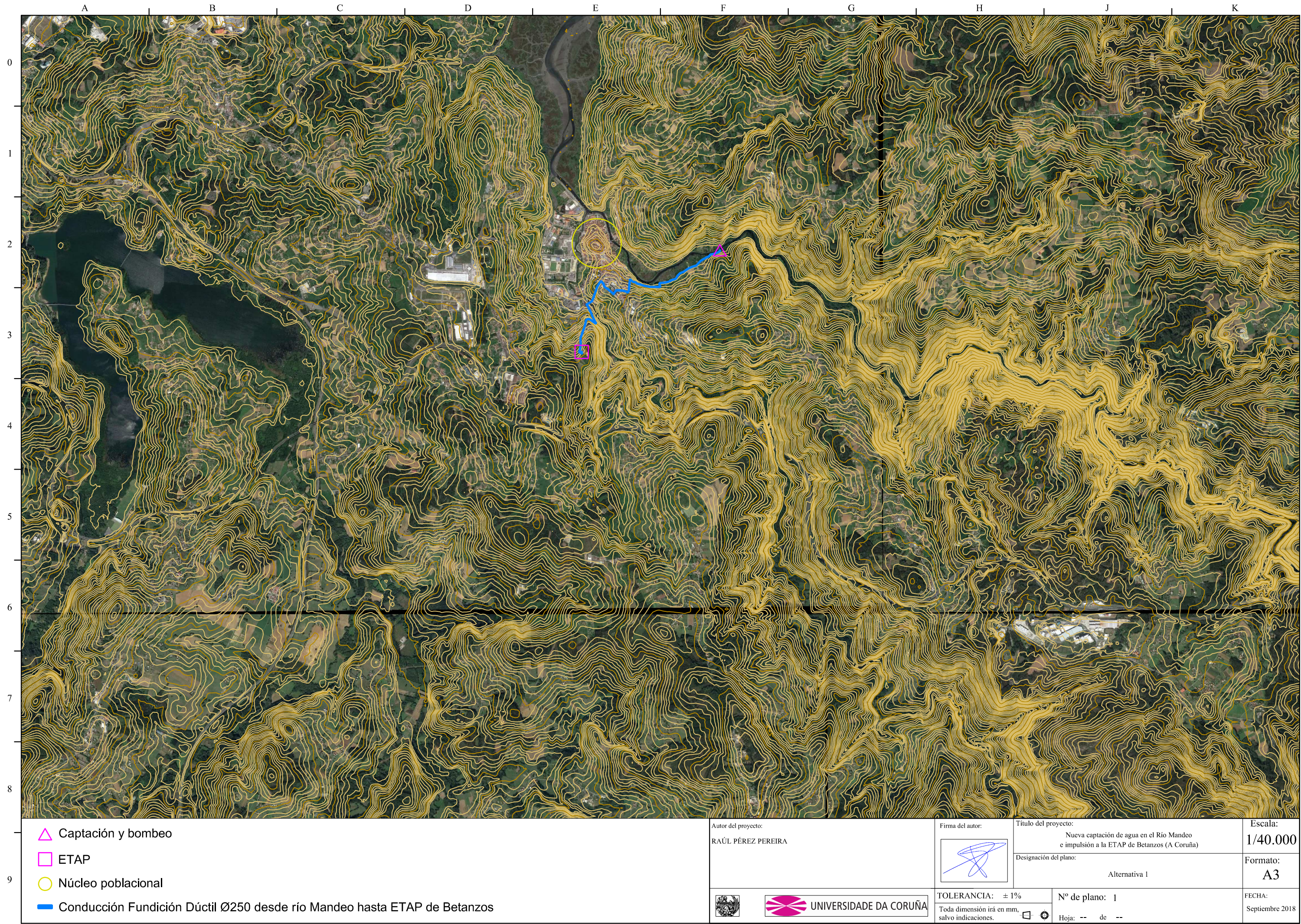


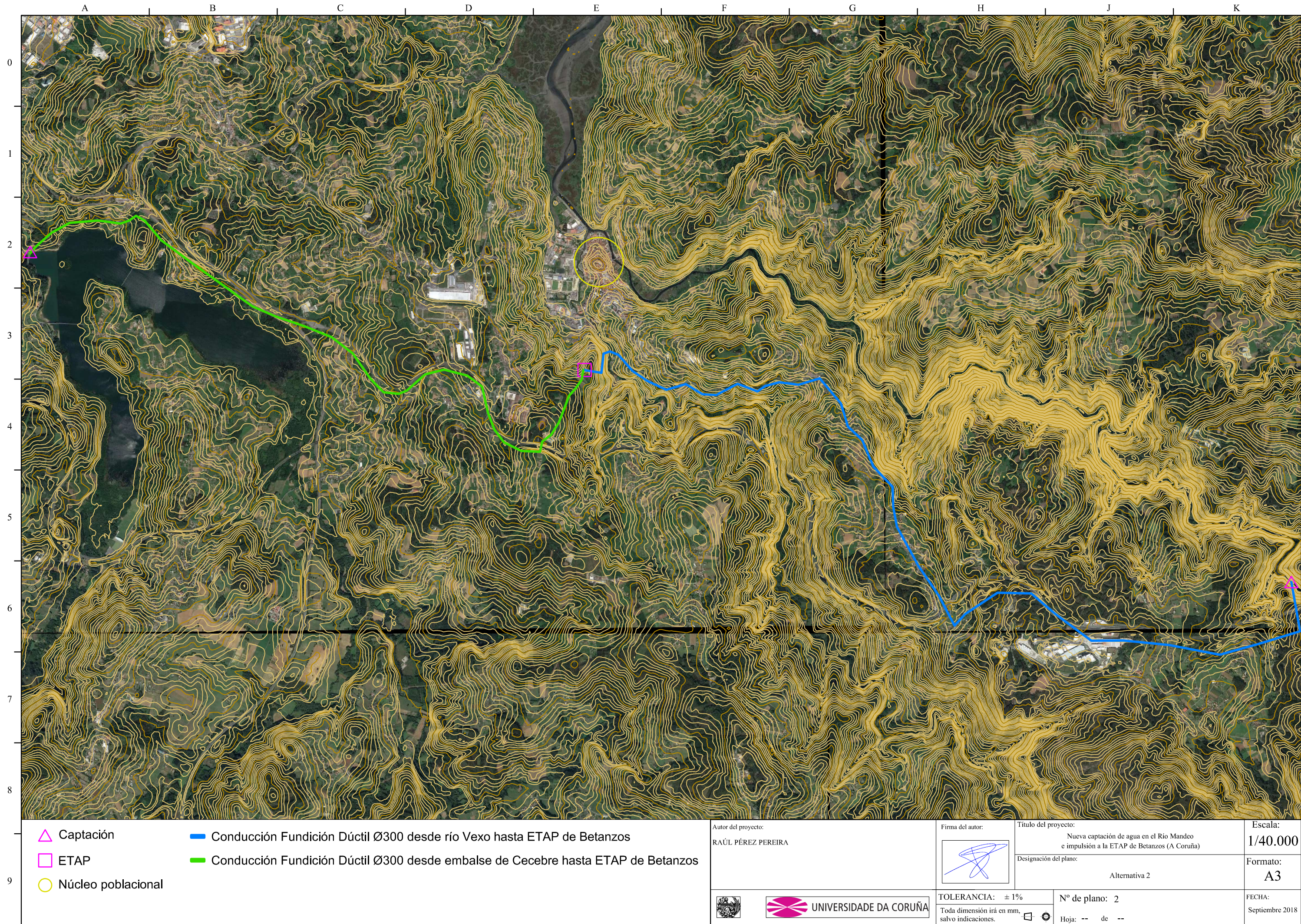
15.- SOLUCION ADOPTADA

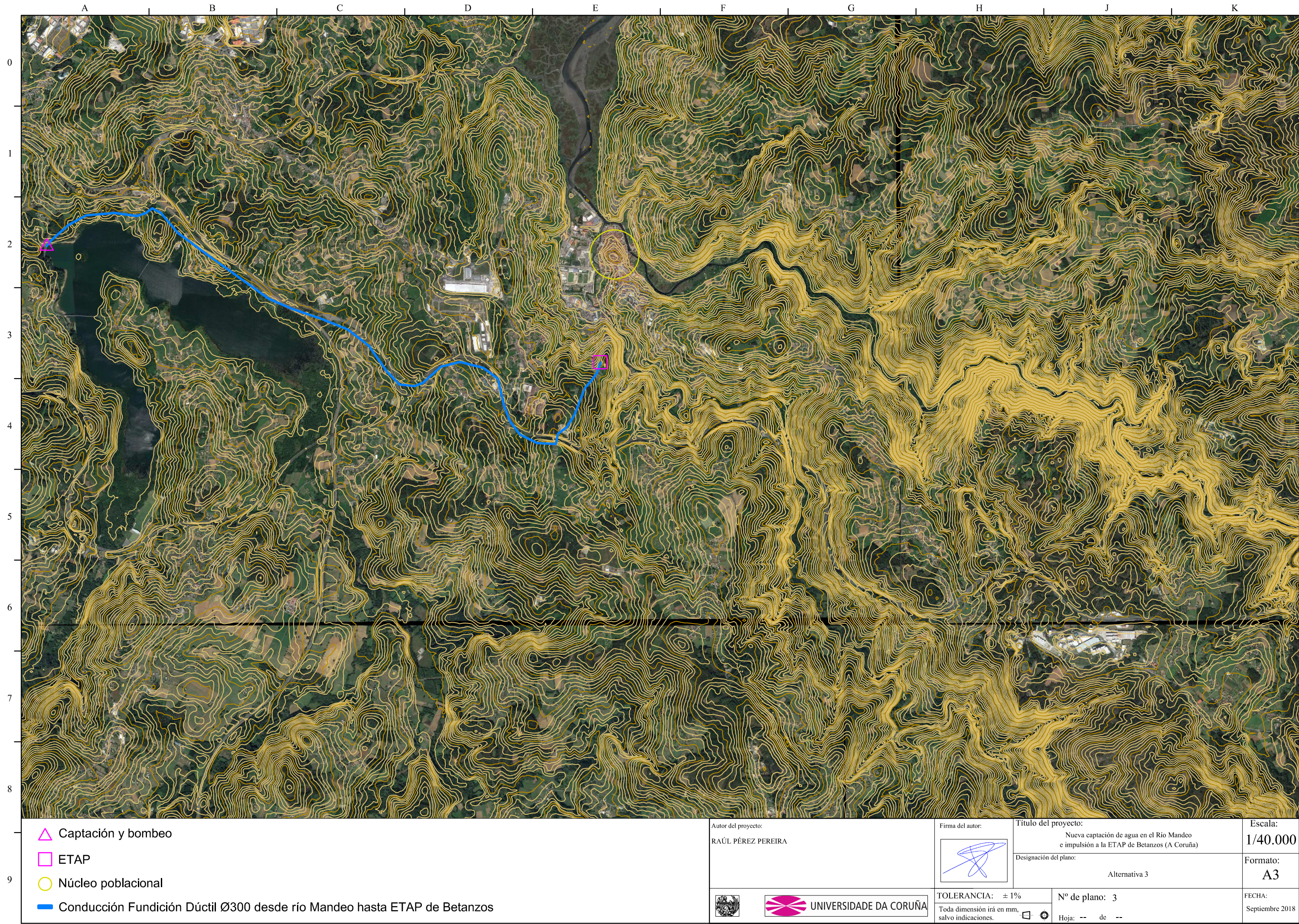
La alternativa propuesta es la 1 que consiste en la captación única del río Mandeo. Río que está muy cerca de la población de Betanzos con lo cual parece también una solución lógica al problema. El precio del agua en el embalse es considerablemente caro lo que encarece el precio considerablemente de las alternativas 2 y 3.



APENDICES









ANEJO Nº5: CARTOGRAFIA Y TOPOGRAFIA



INDICE

1.- INTRODUCCION

2.- CARTOGRAFIA

3.- TOPOGRAFIA

1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este anexo es mostrar las fuentes cartográficas usadas para la redacción del anteproyecto y explicar la realización de los trabajos topográficos necesarios para la elaboración del replanteo de la obra.

Teniendo en cuenta el carácter académico de este anteproyecto, es necesario destacar el hecho de que no se han realizado los trabajos topográficos de campo que se requerirían en la realidad. Por ello se considerarán válidos los datos proporcionados por la cartografía de la que se dispone.

2. CARTOGRAFÍA

Para la realización de este anteproyecto se ha usado la siguiente documentación:

- Ortofotos a escala 1:5000 proporcionadas por el visor de mapas de la Xunta, del término municipal de Betanzos
- Cartografía digital a escala 1:5.000, con curvas de nivel cada 5 metros, del término municipal de Betanzos, realizada por la Xunta de Galicia. Facilitada por la Escuela de Caminos, Canales y Puertos de la Universidade de A Coruña.
- Además se han utilizado a modo de consulta geográfica y fotográfica aérea otras utilidades informáticas como:
 - Google Earth
 - Google Maps
 - Visor Xeográfico de la demarcación Galicia Costa de Aguas de Galicia
 - Visor Signa del Instituto Geográfico Nacional
- Sede electrónica del catastro
- Por otra parte se han utilizado fotografías aéreas georreferenciadas, PNOA Máxima Actualidad, obtenidas de la página web del Instituto Geográfico Nacional (www.ign.es).
- Asimismo se ha utilizado el MDT02, modelo digital del terreno con paso de malla de 2 m, formato de archivo ASCII matriz ESRI (asc). El ráster obtenido fue tratado mediante el uso de aplicaciones del paquete ArcGis 10, para la obtención de un modelo digital del terreno con una definición de curvas de nivel cada 0,5 metros.

3. TOPOGRAFIA

La red discurre en su totalidad por carreteras o pistas existentes. Por tratarse de un proyecto con fines académicos, no se dispone de los medios necesarios para realizar un levantamiento topográfico de los puntos del terreno característicos. Aunque sería adecuado para el diseño del trazado en planta y alzado

de la conducción de abastecimiento, así como su perfil, apoyándose en la cartografía de la Xunta 1:5000 realizar un levantamiento taquimétrico prestando especial atención a distintos puntos singulares tales como: cruces de caminos, fondo de río, gálibo de pasos de abastecimiento, puntos bajos y altos de las tuberías, caminos vecinales, etc.



ANEJO Nº6: CALCULOS HIDRAULICOS



INDICE

1.- OBJETO

2.- ESTACION DE BOMBEO EN CAPTACION DE RIO MANDEO

2.1.- DIMENSIONAMIENTO TEORICO

2.2.- DIMENSIONAMIENTO REAL

3.- ANALISIS GOLPE DE ARIETE EN LA CONDUCCION

1.- OBJETO

El presente anejo tiene por objeto el dimensionamiento de los procesos hidráulicos que componen el presente proyecto, así como su descripción y justificación.

Los elementos a describir y dimensionar son:

- Estación de bombeo e impulsión desde captación en el río Mandeo para un caudal de 67 l/s
- Captación en el río Mandeo
- Conducción general

Para el cálculo y dimensionamiento de todos estos procesos se ha partido de los datos definidos en el Anejo : “Estudio de demanda”.

2.- ESTACIÓN DE BOMBEO EN CAPTACIÓN RÍO MANDEO

Se diseña un bombeo de agua entre la captación del río Mandeo y la ETAP de Betanzos. Como esta ETAP está diseñada para un caudal de 75 l/s y cuando impulsamos 67 l/s es porque el río Mendo no tiene agua disponible para conducir a la ETAP, por lo que, solo tendremos los 67 l/s para tratar en la ETAP. Es decir, siempre tendremos un caudal máximo de 67 l/s para tratar en la ETAP.

Seguidamente se dimensionan cada uno de los elementos de su proceso:

2.1.- DIMENSIONAMIENTO TEÓRICO

Material a emplear:

Como criterio general y básico, una conducción debe proyectarse para que transporte un determinado caudal con el mínimo coste posible, compatible con un coeficiente de seguridad adecuado, entendiéndose como mínimo coste posible no solo el coste de primera inversión, sino también los costes de mantenimiento y explotación durante su periodo de vida útil.

Se diseña la impulsión en FUNDICION clase K9, estas tuberías resisten presiones internas muy altas y cargas extremas, presentan una alta resistencia al impacto, por lo que, pueden ser instaladas con rellenos de zanja poco cuidados o terrenos inestables. No pierden rigidez con el tiempo.

Pérdida de carga:

Las pérdidas de carga tienen dos componentes, locales y continuas. Las continuas se calculan como el producto de la longitud de la conducción por la pendiente motriz o de energía, *I*. La pendiente motriz se calcula con la expresión de Darcy-Weisbach:

$$I = f \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot ID},$$

Donde:

I: pendiente motriz o de energía (m/m).

v: velocidad media en la sección (m/s).

g: aceleración de la gravedad (m/s²).

ID: diámetro interior de la conducción (m).

f: coeficiente de fricción de Darcy-Weisbach (adimensional):

$$f = \frac{0,25}{\left[\log_{10} \left(\frac{K}{3,71 \cdot ID} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2},$$

Donde:

K: rugosidad absoluta de la conducción (m).

ID: diámetro interior de la conducción (m).

Re: número de Reynolds (adimensional), obtenido como $Re = v \cdot ID / \mu$.

μ : viscosidad cinemática del agua (10⁻⁶ m²/s a temperatura ambiente).

Los valores de rugosidad absoluta se extraen de la siguiente tabla, en la que se recomienda usar los valores correspondientes a las tuberías envejecidas para considerar el funcionamiento de la instalación a lo largo de su vida útil:

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD, K. (mm)		
Material	T. nuevas	T. envejecidas
Plástico liso	0,01	0,02
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,02	0,04
Acero	0,1	0,3
Fundición	0,25	1
Hormigón	1	3

Las pérdidas locales se evalúan con la siguiente expresión:

$$\Delta H_L = \lambda \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

ΔH_L : pérdida de carga localizada (m).

λ : coeficiente de pérdida local (adimensional).

v : velocidad media en la sección (m/s).

g : aceleración de la gravedad (m/s^2).

Para los coeficientes de pérdidas locales se proponen los siguientes valores según el tipo de accesorio considerado:

COEFICIENTES DE PÉRDIDAS LOCALES	
Accesorio	Coef. Pérdidas
Válvula de asiento tipo globo, totalmente abierta	10,0
Válvula de mariposa, totalmente abierta	0,4
Válvula de compuerta, totalmente abierta	0,2
Válvula de retención de clapeta	2,5
Codo de radio pequeño	0,9
Codo de radio mediano	0,8
Codo de radio grande	0,6
Codo a 45º	0,4
Codo de retorno (180º)	2,2
“T” estándar (flujo recto)	0,6
“T” estándar (flujo desviado)	1,8
Entrada brusca a depósito	0,5
Salida brusca de depósito	1

Para el cálculo de las pérdidas de carga continuas, según la recomendación de la ITOHG, se ha empleado el coeficiente de rugosidad, $K=0,02$, correspondiente a tuberías envejecidas para tener en cuenta en el diseño la vida útil de la infraestructura.

Para el valor de las pérdidas locales, se ha supuesto para la impulsión la existencia de 1 válvula de retención de clapeta, 1 válvula de compuerta, 1 codo de radio mediano, 1 T estándar (flujo desviado) y 1 entrada a depósito.

Tras la realización de un estudio del perfil longitudinal del trazado que se encontrará en el Documento nº2 Planos, estudiaremos el número de bombas a utilizar y la situación de las mismas a partir de los resultados obtenidos:

Q (m3/s)	DN (mm)	V (m/s)	I (m/m)	ΔH total (m)	H geo	H man	Potencia (Kw)
0,06747	150	3,818	0,07258	228,9440	95,64	324,5840	268,4532571
0,06747	200	2,148	0,01733	54,9971	95,64	150,6371	124,5871849
0,06747	250	1,374	0,00576	18,3947	95,64	114,0347	94,31455328
0,06747	300	0,955	0,00236	7,5658	95,64	103,2058	85,35832007
0,06747	350	0,701	0,00111	3,5841	95,64	99,2241	82,06515865
0,06747	400	0,537	0,00058	1,8813	95,64	97,5213	80,6568471
0,06747	450	0,424	0,00033	1,0675	95,64	96,7075	79,98376503

Para la elección del diámetro de la tubería tenemos que tener en cuenta que según las ITOHG la velocidad del agua debe ser mayor de 0,5 m/s para evitar la sedimentación del agua. Estas instrucciones también nos informan de que el agua no puede conducirse a mas de 2 m/s . debido a que puede producir la rotura de las conducciones, además de que a grandes velocidades la erosión en las paredes de la tubería por las partículas que transporta el agua será mayor.

Con todo esto vemos que los diámetros a escoger están entre 250 y 400 mm. Si tenemos en cuenta que vamos a operar con distintos caudales debido a que el déficit producido en el rio Mendo es variable, pues es conveniente operar con varias bombas que entre todas ellas sean capaces de transportar el caudal máximo de 67,47 l/s y que entre las bombas que coloquemos nos den el mayor abanico de caudales posibles. Por lo que, el diámetro mas favorable para todo ello es el de 250 mm pues es la que tiene la mayor velocidad de los diámetros en los que circula el agua entre 0,5 y 2 m/s.

Vamos a dimensionar la conducción para instalar tres bombas en paralelo. Se dimensionan en paralelo para que podamos trabajar con una, dos o tres bombas abarcando así los diferentes caudales necesarios para cubrir el déficit del rio Mendo. Los caudales que impulsaríamos funcionando una y dos bombas se calculan a partir del calculo para abastecer el máximo caudal (67,47 l/s), es decir, dividimos la potencia necesaria para suministrar ese caudal entre tres y esa seria la potencia de cada bomba que instalaríamos en paralelo, a partir de aquí se obtienen los datos de velocidad y caudal para una y dos bombas realizando una iteración entre el caudal y la potencia:

	Potencia (Kw)	Q (m3/s)	DN (mm)	V (m/s)	I (m/m)	ΔH total (m)	H geo	H man
3 bombas	94,31	0,06747	250	1,3745	0,0058	18,39	95,64	114,03
1 bomba	31,44	0,02434	250	0,4959	0,0009	9,72	95,64	105,36
2 bombas	62,88	0,04159	250	0,8473	0,0024	27,69	95,64	123,33

2.2 DIMENSIONAMIENTO REAL

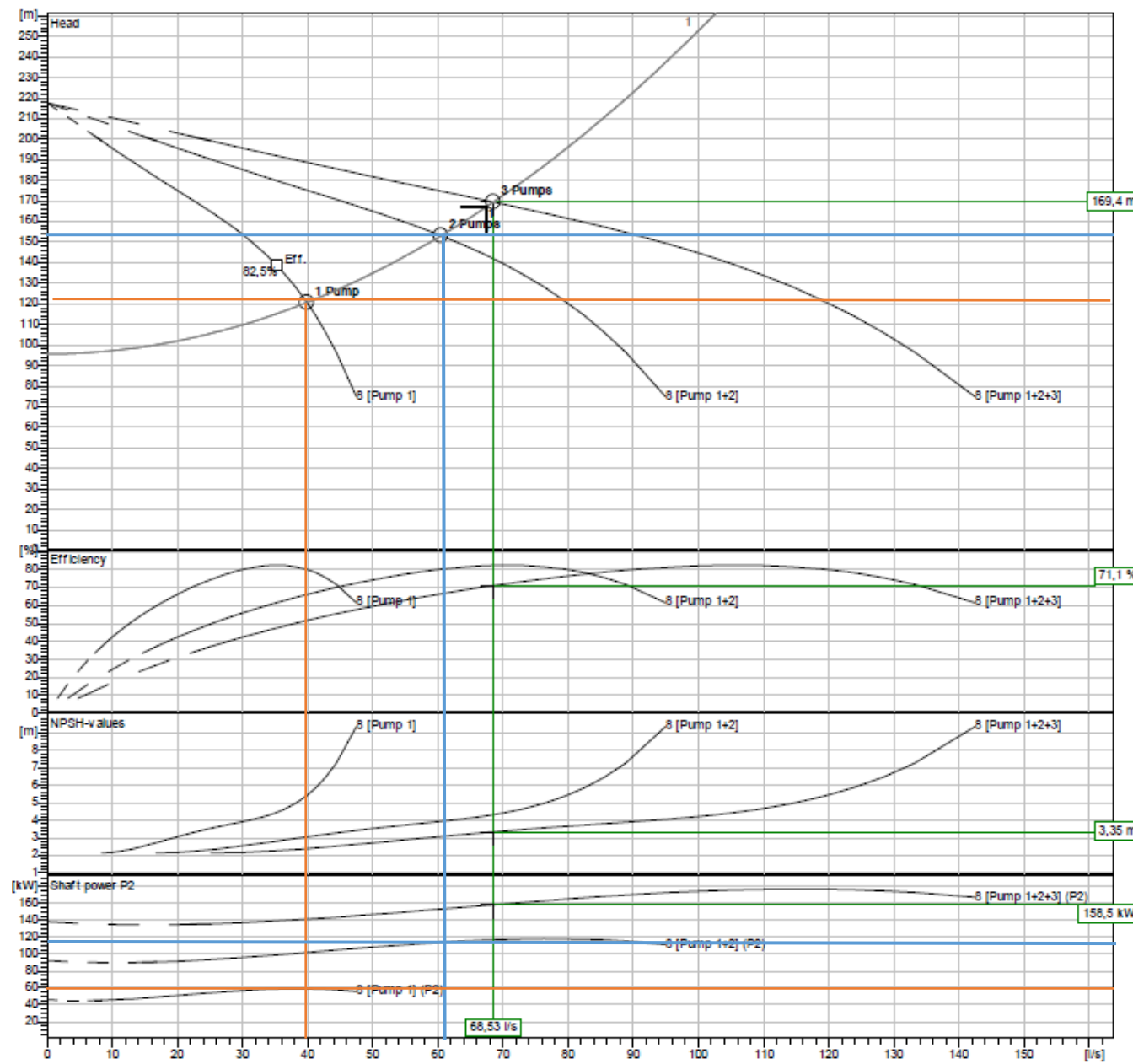
Ahora procedemos al estudio de la situación de las bombas. Debido a que la presión que aguanta la tubería es de unos 250 m.c.a, y la máxima presión que podría soportar la tubería en el punto mas critico que seria a la salida de las bombas seria de 165 m.c.a, no tendremos problemas de sobrepresiones, por lo que, situarlas todas en paralelo en la captación no seria un problema para la resistencia de la tubería a la sobrepresión. Esto junto la necesidad de reducir la velocidad antes de la aspiración de las bombas para que haya la suficiente presión para que no se produzca cavitación (esto se consigue realizando un ensanchamiento de la tubería justo antes de la aspiración) provoca el aumento de perdidas de carga necesitando un mayor consumo de energía para la explotación y, por lo tanto, mayor consumo por m3. También seria necesario llevar energía hasta el bombeo, así como diversos gastos técnicos por la instalación de las bombas en diferentes puntos de la captación. Todo estos gastos no estarían justificados en esta impulsión.

Hasta ahora para calcular la potencia y el numero de bombas hemos realizado un calculo teorico. Ahora procederemos a escoger las bombas reales con las potencias adecuadas para esta impulsión según el fabricante:

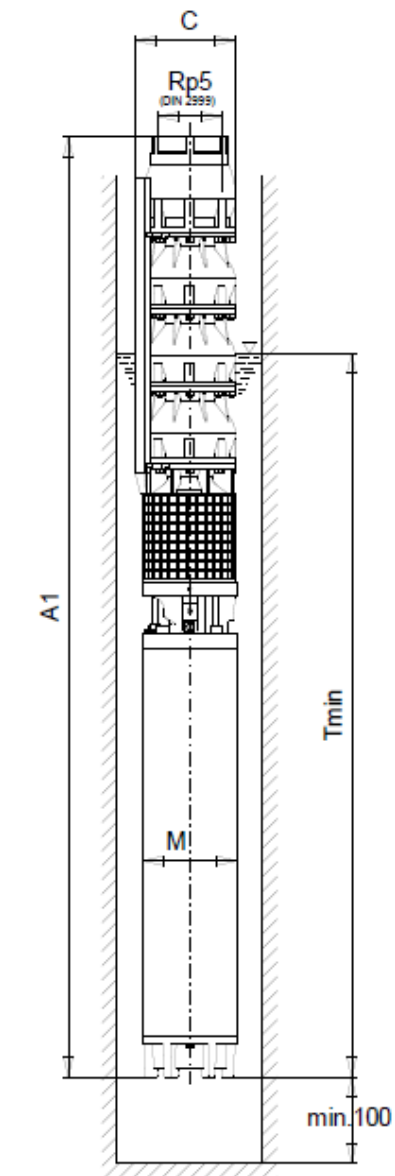
Z8125 8-L8W

Company	XYLEM WATER SOLUTIONS ESPAÑA, SL	Customer		Date	09/08/2018
Contact	Diego Rodriguez Varela	Contact		Item no.	
Phone number	696 981 571	Phone number		Project	
Email	diego.rodriguez@xyleminc.com	Email		Project no.	
Operating Data Specification		Hydraulic data (duty point)		Impeller design	
Flow	67,47 l/s	Flow	68,5 l/s	Impeller R	145 mm
Head	167,2 m	Head	169 m	Frequency	50 Hz
Static head	95,64 m			Speed	2900 1/min

Estos serian los datos de operación para las tres bombas de la misma potencia (dejaremos una de reserva para posible reparación de alguna de ellas). También obtendremos los caudales y la altura de bombeo para dos bombas y para una:



Dimensions		mm				Suction side / PN	
A1	2836						
C	204,8						
I	235						
Tmin	2295						
Volume	0,096718						
						Discharge side / PN	
						Weight	293,9 kg



Según la gráfica tenemos para 2 bombas una altura de bombeo de 152,3 metros y un caudal de funcionamiento de 61 l/s para un rendimiento del 80% y una potencia de 116,5 kw. Para una bomba tenemos una altura de bombeo de 121.9 metros y un caudal de funcionamiento de 39,9 l/s para un rendimiento del 80% y una potencia de 57 kw.

3.- ANALISIS DE GOLPE DE ARIETE EN LA CONDUCCION

ESTUDIO Y REPRESENTACION GRAFICA DEL GOLPE DE ARIETE

DATOS

DN=250mm

e=4mm

Q=67.47l/s

L=3095metros

V=1.37m/s

a=936m/s

Hm=114.04mca

Hg=95.64mca

C=1

K'=1

CALCULOS

T=C+(K*LV)/gHm=4.79 segundos

Lc=a*T/2=2242.50 metros

TIPO DE IMPULSION: LARGA

FORMULA: ALLIEVI

FUND1

FIBRO5

PVC33.3

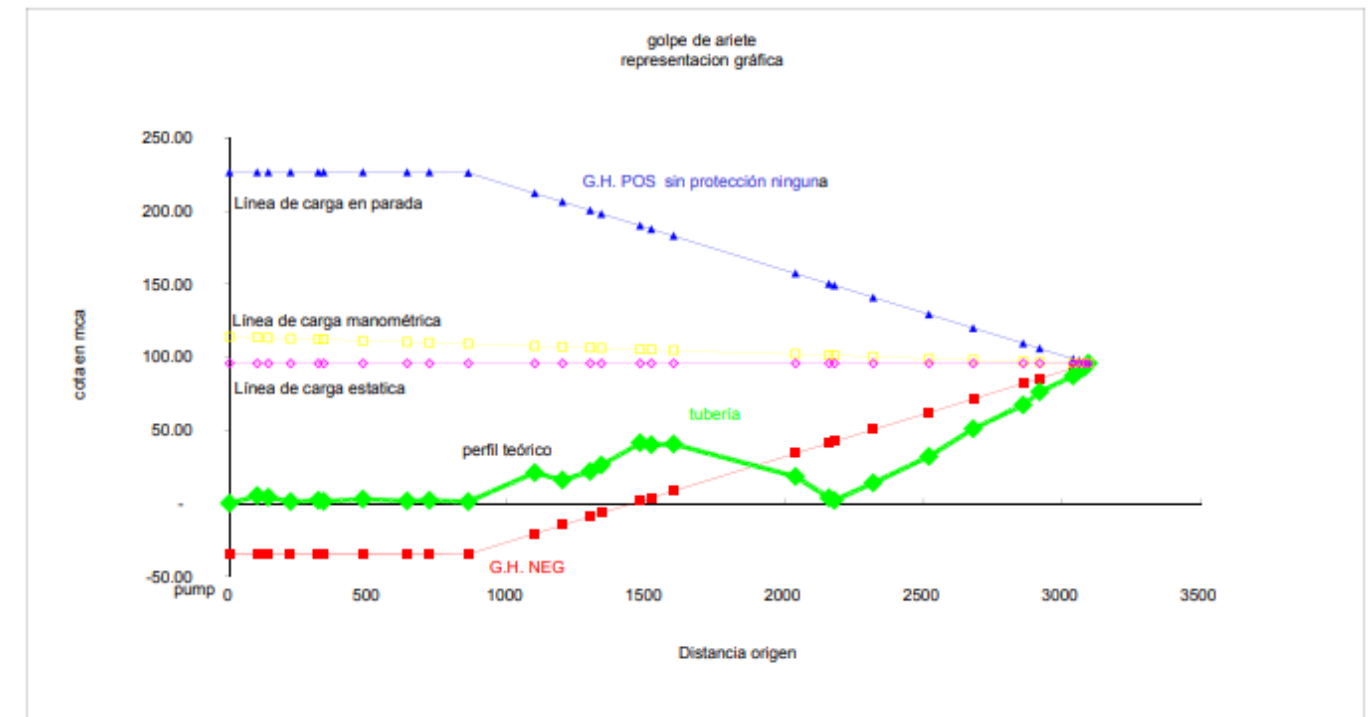
POLI bd500

POLI ad111

SOBREPRESION MAX. RELATIVA130.76 mca

INCLUIR PUNTO DE DISTANCIA A ORIGEN =853 metros

DP	DIST ORIG	COTA ABSOLUT.	COTA RELATIVA	GOLPE ARIETE	PRESION MANOMET	PRESION ESTATICA	GOLPE NEGATIVO	PRESION MINIMA	PRESION MÁXIMA
fundición	0	1	-	226.40	114.04	95.64	- 35.12	- 35.12	226.40
fundición	100	6.16	5.16	226.40	113.45	95.64	- 35.12	- 40.28	221.24
fundición	140	5.09	4.09	226.40	113.21	95.64	- 35.12	- 39.21	222.31
fundición	220	2.07	1.07	226.40	112.73	95.64	- 35.12	- 36.19	225.33
fundición	320	3.01	2.01	226.40	112.14	95.64	- 35.12	- 37.13	224.39
fundición	340	2.27	1.27	226.40	112.02	95.64	- 35.12	- 36.39	225.13
fundición	480	3.82	2.82	226.40	111.19	95.64	- 35.12	- 37.94	223.58
fundición	640	2.48	1.48	226.40	110.24	95.64	- 35.12	- 36.60	224.92
fundición	720	3.05	2.05	226.40	109.76	95.64	- 35.12	- 37.17	224.35
fundición	860	2.05	1.05	225.96	108.93	95.64	- 34.68	- 35.73	224.91
fundición	1100	21.88	20.88	211.97	107.50	95.64	- 20.69	- 41.57	191.09
fundición	1200	16.93	15.93	206.14	106.91	95.64	- 14.86	- 30.79	190.21
fundición	1300	22.82	21.82	200.30	106.31	95.64	- 9.02	- 30.84	178.48
fundición	1340	27.14	26.14	197.97	106.07	95.64	- 6.69	- 32.83	171.83
fundición	1480	42.23	41.23	189.81	105.24	95.64	1.47	- 39.76	148.58
fundición	1520	40.94	39.94	187.48	105.00	95.64	3.80	- 36.14	147.54
fundición	1600	41.53	40.53	182.81	104.53	95.64	8.47	- 32.06	142.28
fundición	2040	19.37	18.37	157.16	101.91	95.64	34.12	15.75	138.79
fundición	2160	4.69	3.69	150.16	101.20	95.64	41.12	37.43	146.47
fundición	2180	3	2.00	148.99	101.08	95.64	42.29	40.29	146.99
fundición	2320	14.95	13.95	140.83	100.25	95.64	50.45	36.50	126.88
fundición	2520	32.95	31.95	129.17	99.06	95.64	62.11	30.16	97.22
fundición	2680	51.89	50.89	119.84	98.11	95.64	71.44	20.55	68.95
fundición	2860	68.16	67.16	109.34	97.04	95.64	81.94	14.78	42.18
fundición	2920	77.06	76.06	105.84	96.68	95.64	85.44	9.38	29.78
fundición	3040	87.95	86.95	98.85	95.97	95.64	92.43	5.48	11.90
fundición	3060	91.98	90.98	97.68	95.85	95.64	93.60	2.62	6.70
fundición	3080	93.68	92.68	96.51	95.73	95.64	94.77	2.09	3.83
fundición	3095	96.64	95.64	95.64	95.64	95.64	95.64	-	-



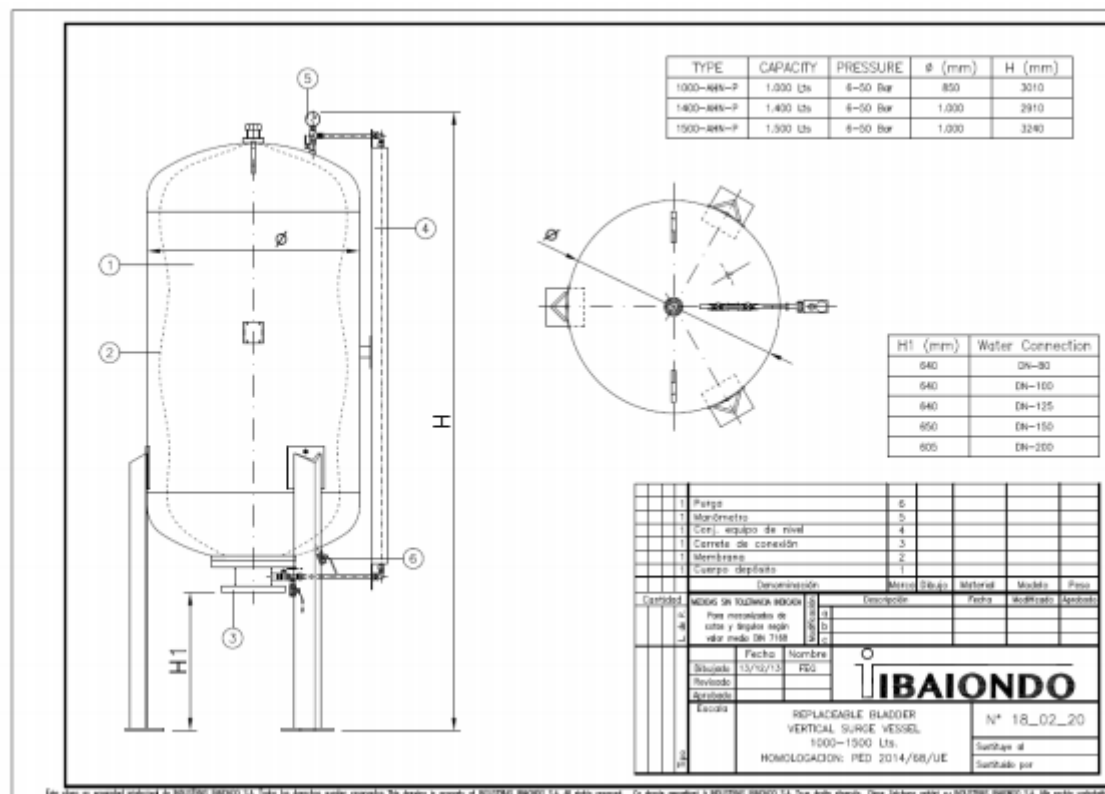
La presión mínima que puede soportar el agua es de -10 mca antes de cambiar de estado a vapor. Por lo que, comprobamos que en esta conducción los valores de presión sobrepasan los -10 mca llegando hasta los -41,57 mca. En consecuencia, hay que tomar medidas para que esto no se produzca. Una posible medida sería la instalación de un grupo de bombeo intermedio en el punto bajo de la conducción, pero esto llevaría a importantes gastos por la construcción de un deposito, una estación de bombeo y una acometida eléctrica. La solución a tomar mas adecuada es la instalación de un calderin en el punto de instalación de las bombas, que amortigue el golpe de ariete reduciendo tanto las presiones máximas como las mínimas.

El calderin mas adecuado para estas características según el fabricante IBAIONDO es el siguiente:

Modelo	1.400 AHN-P-16 bar
Tipo	Antiarriete con membrana
Capacidad (lts.)	1.400
Dimensiones (mm.)	Ø1.000 x 2.900
Peso (kg.)	580
Acero	S275JR
Posición	Vertical
Presión máxima de servicio (bar)	16,0
Presión de prueba (bar)	24,0
Brida de conexión de agua	DN150
Color	ROJO
Tipo de agua	Limpia
Directiva	2014/68/UE

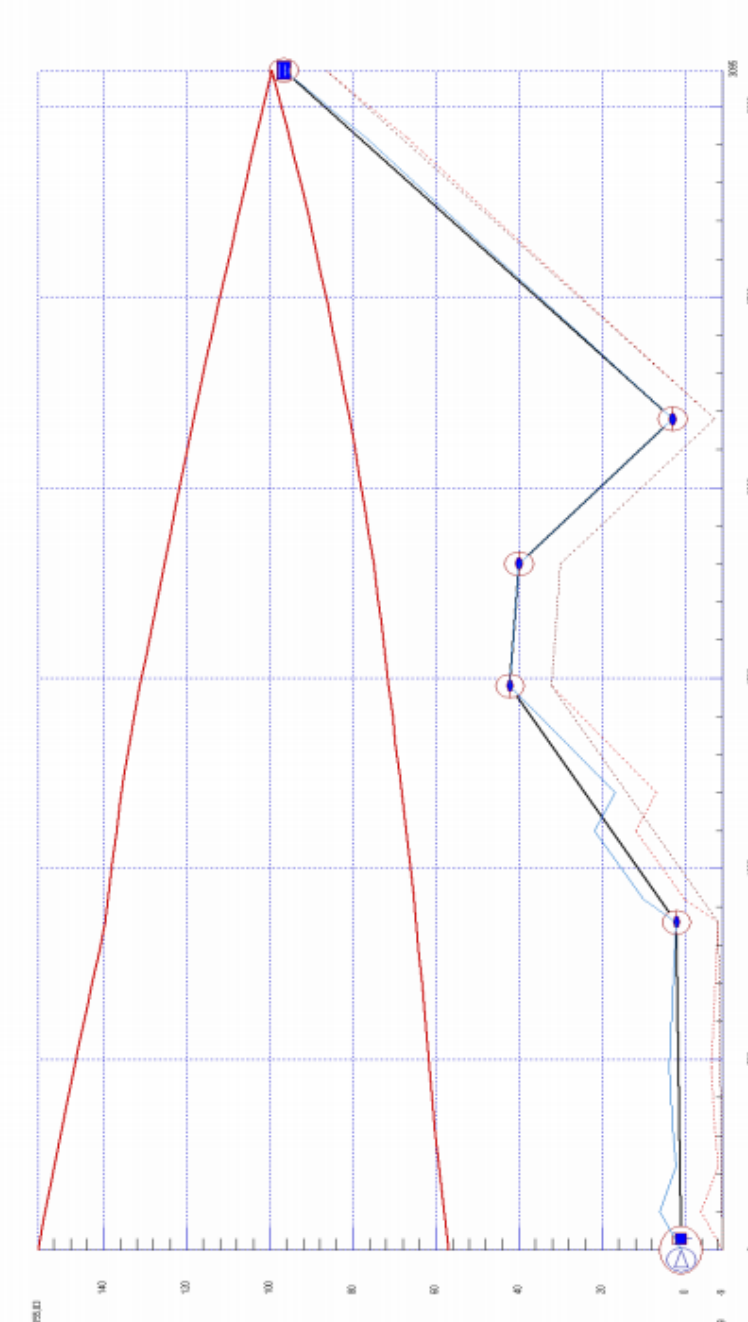
Componentes:

Boca de hombre	No dispone
Membrana	EPDM
Sistema indicador de nivel de agua	Tubo de metacrilato
Manómetro	Incluido
Válvula de inflado	Incluida
Embalaje	Cunas de madera



Estas serian las presiones máximas y mínimas en la tubería tras la instalación del calderín:

Curva de distribución de presiones

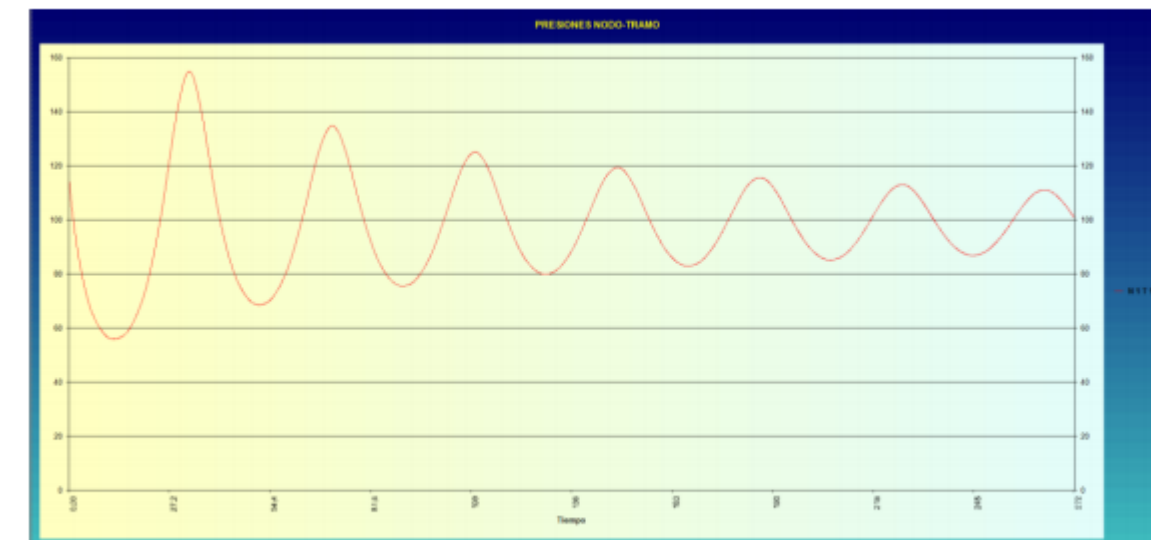


- Línea roja superior : Valores de presiones máximas
- Línea roja inferior : Valores de presiones mínimas
- Línea azul : Perfil de la conducción
- Línea roja discontinua : Límite de cavitación

Presiones máximas y mínimas en puntos del perfil

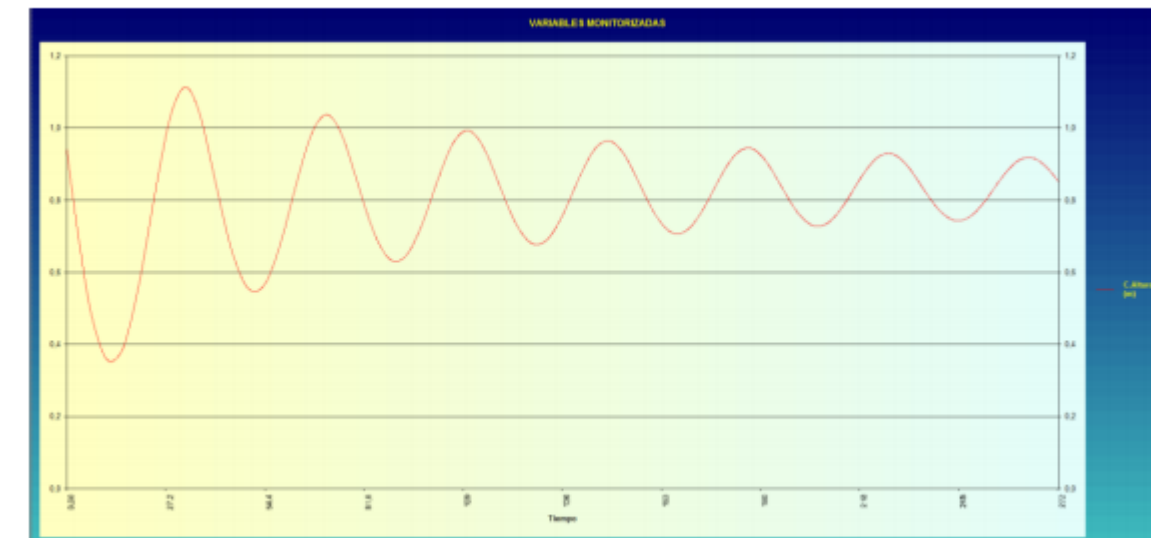
Longitud (m)	Cota (m)	P máx. (mca)	P mín. (mca)
0	1	154,8276	55,9222
100	6	147,9109	51,8215
220	2	149,8741	57,2388
320	3	147,1309	57,307
480	4	143,2789	57,8281
860	2	137,5763	62,7206
920	10	128,9377	55,2907
1100	22	115,0651	45,3076
1200	17	118,7669	51,3885
1480	42	89,1061	29,1602
1800	40	85,2307	34,9653
2180	3	115,4498	77,8388
2640	49	59,8881	40,054
2920	77	26,241	18,2458
3095	97	3	3

Curva de atenuación de la onda de presión



La gráfica superior representa la atenuación de la onda de presión a lo largo del tiempo

Curva de nivel de agua



La gráfica superior representa la evolución del nivel de agua en el interior del depósito a lo largo del tiempo

Asi variaría el nivel del agua en el deposito en función de la presión que tuviese la tubería:



ANEJO Nº7: CAPTACION Y APLICACIONES DE LOS DESAGÜES



INDICE

1.- DISEÑO

1.1.- Descripción

1.2.- Justificación del tipo de captación

2.- FUNCIONAMIENTO

3.- APLICACIONES DE LOS DESAGÜES

1.- DISEÑO

1.1.- Descripción

La captación se diseña con 4 pozos filtrantes de 3 metros de diámetro limitados por el transporte por carretera de los mismos. Estos pozos están rodeados por grava que actúa como filtro de sedimentos gruesos. Esta grava está sostenida por un muro de escollera.

Los 4 pozos están comunicados por tubos de 300 mm de diámetro. Las bombas están instaladas en uno de los pozos y comunicadas a la tubería de 250 mm de diámetro procedente de la conducción. Los pozos tendrán todas las mismas dimensiones, con lo que su diseño vendrá condicionado tanto por las dimensiones de las bombas, por el número de bombas (3 bombas y 1 una de reserva) como por el caudal a suministrar.

Las bombas tienen todas las mismas dimensiones, que son 3 metros de alto y 200 mm de diámetro. También hay que tener en cuenta que la altura mínima de la bomba que debe estar sumergida para que esta pueda funcionar que es de 2245 mm y como hay que dejar un margen de 100 mm entre la bomba y el fondo del pozo, la altura mínima del pozo a la cual funciona la bomba es de 2345 mm con respecto a la solera. Esta altura tiene que coincidir con la suma de la cota más el calado del caudal ecológico del río en el mes en el que este caudal ecológico tiene menor calado.

La altura del pozo será de 4 metros para dejar margen suficiente para el trabajo de las 3 bombas con diferentes rangos de caudal y, por lo tanto, de calado.

1.2.- Justificación del tipo de captaciones

Se ha escogido una captación mediante pozos filtrantes debido a que por tener los cantos rodados el agua llegaría filtrada como si hubiese pasado por un tratamiento primario, mientras que en los otros tipos de captaciones (como construcción de un azud en el río con un canal de desviación) habría que instalar una reja automática y construir un depósito que elevaría considerablemente los costes tanto de inversión inicial como de mantenimiento. También es el tipo de captación con menor impacto ambiental pues no modifica las condiciones iniciales del río (como su trayectoria o velocidad del agua). Tampoco genera un impacto ambiental de tipo visual pues estos pozos irían bajo tierra. Por todos estos motivos es la solución más adecuada para este proyecto.

2.- FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento de la impulsión consiste en que la primera bomba arranque cuando el río tenga caudal suficiente para que esta funcione al máximo de su rendimiento y conforme vaya descendiendo el caudal y por lo tanto el calado vaya disminuyendo su rendimiento actuando con distintos caudales. Todo esto mientras en la ETAP haya una demanda igual o superior al caudal que el río permita impulsar (es decir, el caudal disponible habiendo descontado el caudal ecológico). La segunda bomba arrancaría cuando haya el caudal suficiente en el río para que las dos bombas funcionen al máximo de su rendimiento y el caudal y, por lo tanto, el calado, no esté disminuyendo. Si esto pasase no se arrancaría la segunda bomba y se dejaría la primera funcionando al máximo de su rendimiento hasta que disminuya el calado a partir del cual se considera que no está llegando caudal suficiente para suministrar para que la bomba funcione a ese rendimiento. Lo mismo pasaría con la tercera bomba, entraría en funcionamiento si pasamos determinado calado en el río que nos indique que está llegando suficiente caudal para que se suministre el caudal que pueden suministrar las 3 bombas funcionando a la vez en paralelo. Todo esto, lógicamente se produce mientras la ETAP demande el todo ese caudal, sino a pesar de que haya el caudal suficiente para bombear, las bombas que no hiciesen falta para bombear el caudal demandado por la ETAP no entrarían en funcionamiento, dejando que el calado de los pozos filtrantes aumente con el calado del río.

La demanda de la ETAP se controla con un medidor de nivel por ultrasonido, que mide el calado de forma precisa y esta información es pasada al automático que para ciertos calados programados demanda una cantidad de caudal u otra. Se emplea el mismo sistema para controlar el caudal de agua disponible en el río. En función de estos datos el automático manda información al variador de frecuencia que es que controla el nivel de trabajo de la bomba, con lo que suministra más o menos caudal.

Todos estos calados son programados en obra y con un estudio previo del río en ese punto.

3.- APLICACIONES DE LOS DESAGÜES

Se instalan desagües tanto para la limpieza de la tubería como para su vaciado.

La limpieza se realiza en su puesta en marcha y después de una posible reparación antes de suministrar agua a la ETAP.

Los vaciados se realizarán en el caso de que sea necesario una reparación en la conducción antes de la misma.



El funcionamiento consiste en conectar una tubería en el pozo de registro a la conducción principal donde se instala una valvula que se abre en el caso de que se necesite hacer alguna de las dos operaciones descritas anteriormente. Esta tubería lleva el agua a un pozo de registro de saneamiento.



ANEJO Nº8: GEOLOGIA Y GEOTECNIA



INDICE

1.- GEOLOGIA

2.- HIDROGEOLOGIA

3.- NIVEL FREÁTICO

4.- PERMEABILIDAD

5.- ESTUDIO SÍSMICO

5.1. Objetivo

5.2. Aplicación de la norma

5.2.1. Ambito de aplicación

5.2.2. Clasificación de las construcciones

5.2.3 Criterios de aplicación de la norma

5.3 Información sísmica

5.3.1. Aceleración sísmica básica

5.3.2. Coeficiente de nivel de daño γ_i

5.3.3. Valor de la aceleración de cálculo

5.4. Conclusión

6.- CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL TERRENO

7.- TRABAJOS REALIZADOS

7.1. Ensayo de penetración dinámica continua tipo (DPSH)

7.2. Ensayos de laboratorio

7.2.1. Ensayos de suelo

7.2.2. Ensayos de agua

1.- GEOLOGIA

Geológicamente la zona de Betanzos encuentra localizada según la distribución de Ph. Matte (1968) dentro de la Zona IV: Galicia Tras Os Montes. Caracteriza a dicha zona, la presencia de un macizo granodiorítico en contacto al Este y Oeste con esquistos y grauvacas de la Serie Ordenes, de características bien distintas a uno y otro lado, afectados por el metamorfismo regional.

Los materiales más característicos se trata de una serie detrítica esquistosa, cuarzo-esquistos y metagrauvacas en una sucesión rítmica con niveles turbidíticos, habiéndose observado en varios puntos estratificación gradada, si bien la secuencia completa de gradación, con el consiguiente criterio preciso de polaridad. No se han observado otras estructuras sedimentarias. No se dan mayores precisiones de tipo estratigráfico, por estar toda la zona bajo la isograda de la biotita y habiendo sufrido al menos dos deformaciones.

Estas rocas están en contacto intrusivo con las granodioritas, las cuales originan una zona de metamorfismo de contacto de reducida potencia. La edad de esta formación es dudosa, pues no se han encontrado restos fósiles que permitan datarla con exactitud. Las rocas que constituyen el Complejo de Ordenes son predominantemente de naturaleza areno-pelítica, con algunas intercalaciones de niveles margosos o calcosilicatados.

Los depósitos cuaternarios más desarrollados son los correspondientes a las formaciones aluviales ya sean éstos abandonados o no. En relación con la desembocadura de los ríos se desarrollan depósitos limo-fangosos de marisma, así como bancos y barras de arena en las zonas de influencia mareal que enlazan con los sedimentos arenosos costeros. Asimismo, destaca el fuerte recubrimiento de suelos de alteración de alto contenido en materia orgánica, pasando hacia abajo a arcillas arenosas y gravas en la parte más próxima al sustrato.

2.- HIDROGEOLOGIA

Las características hidrogeológicas en la zona están fuertemente influenciadas por el tipo de litología Presente en la zona. Desde el punto de vista hidrogeológico, los materiales detectados en el subsuelo de la parcela, pueden dar lugar a acuíferos cuya importancia será directamente proporcional al espesor del horizonte de meteorización (esquistos con grado de alteración V ISRM), aunque habitualmente presentarán funcionamientos de carácter estacional.

En lo que a depósitos cuaternarios (aluviales) se refiere, es más que probable la existencia de niveles acuíferos asociados a terrazas dado el carácter poroso y granular de dichos depósitos. La roca sana, se

puede localizar acuíferos de mayor o menor entidad en aquellas zonas afectadas por una mayor fracturación, es decir a través de las discontinuidades de la roca (porosidad secundaria).

3.- NIVEL FREÁTICO

La cota del nivel freático se considera un aspecto muy importante, ya que influye en gran medida en las posibles actuaciones en fase de obra, como puede ser a nivel de excavación, contenciones, sistemas de drenajes y bombeo, impermeabilizaciones, subpresiones, empujes hidrostáticos en los muros, etc. Cabe mencionar que el nivel freático no es algo estático, sino que está influenciado por gran cantidad de factores y oscila en función de los mismos, entre los que destacan las precipitaciones, escorrentía, sistemas acuíferos conectados, vías preferentes de agua, etc

La observación del nivel freático realizada durante la ejecución del presente estudio geotécnico, tiene un carácter puntual en el tiempo, no sustituyendo en ningún caso las comprobaciones que deben ser realizadas por el arquitecto o quien este designe en épocas del año con pluviometrías o circunstancias climatológicas distintas, además de las pertinentes comprobaciones que deben ser realizadas durante la fase de excavación de obra.

A lo largo de las investigaciones geotécnicas realizadas, **se ha detectad la presencia de agua en el subsuelo a diferentes profundidades**, tal y como se resume en la tabla adjunta:

ENSAYOS	COTA INICIO ENSAYO	PROFUNDIDAD ALCANZADA, (m)	POSICIÓN NIVEL DE AGUA, (m)
SONDEO S-1	0,00	10,60	1,90
PDC-1	0,00	13,80	1,40

A efectos de influencia del nivel freático, se recomienda considerar en los cálculos como situación más desfavorable, la posición del nivel freático más elevada. Se estima conveniente, a efectos de mejorar la seguridad, suponer que el agua detectada se trata de niveles que saturan permanentemente el suelo, reduciendo sus parámetros geomecánicos.

4.- PERMEABILIDAD

Se ha estimado un valor teórico de coeficiente de permeabilidad (K) para los materiales más representativos del sector estudiado, en función de su naturaleza litológica y su granulometría dominante. Estos valores de permeabilidad se pueden consultar en los cuadros 2.3 y cuadro 3.3 “Valores típicos de permeabilidad de la matriz rocosa” y “Rango de valores de Coeficiente de Permeabilidad en Suelos”, incluidos ambos en el libro “Ingeniería Geológica” de González Vallejo; editorial Pearson Education, publicado en Madrid de 2002.

La tabla adjunta resume los valores de coeficiente de permeabilidad estimados en cada caso:

Cuadro Resumen Coeficientes De Permeabilidad (K)		
Nivel Geotécnico	Granulometría dominante Según clasificación suelos S.U.C.S.	Valor de Coeficiente Permeabilidad (K)
Nivel I: Relleno Antrópico	SM (arenas limosas)	$K = 5,0 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$
Nivel II: Cuaternario Aluvial	CL (arcillas arenosas – limosas, con algunas gravas)	$K = 1,0 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$
Nivel III: Esquistos G.A. V- (ISRM)	SM (arenas limosas)	$K = 5,0 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$

5.- ESTUDIO SISMICO

5.1. Objetivo

El objeto del presente anejo es definir el grado de sismicidad de la zona de actuación, así como el valor de la aceleración sísmica de cálculo y las correspondientes que se deben tener en cuenta en el cálculo de la estructura, en cumplimiento de la Norma de construcción Sismorresistente NCSE-02.

5.2. Aplicación de la norma

5.2.1. Ámbito de aplicación

La Norma NCSE-02 es de aplicación al proyecto, construcción y conservación de edificaciones de nueva planta. En los casos de reforma o rehabilitación se tendrá en cuenta esta Norma, a fin de que los niveles de seguridad de los elementos afectados sean superiores a los que poseían en su concepción

original. Las obras de rehabilitación o reforma que impliquen modificaciones substanciales de la estructura (por ejemplo: el vaciado del interior dejando sólo la fachada), son asimilables a todos los efectos a las de construcción de nueva planta.

5.2.2. Clasificación de las construcciones

Se basa en la importancia de la construcción:

- Importancia moderada: Aquellas con probabilidad muy baja (despreciable) de que su destrucción por causa de un terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos significativos a terceros.

- Importancia normal: Aquellas cuya destrucción por causa de un terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni puede dar lugar a efectos catalogados como catastróficos.

- Importancia especial: Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda interrumpir un servicio imprescindible para la sociedad o dar lugar a efectos catastróficos. En este grupo se incluyen construcciones como hospitales o centro sanitarios de cierta importancia.

Atendiendo la clasificación anterior, se clasifica la obra de remodelación del campo de fútbol ‘García Hermanos’ como una construcción de importancia normal

5.2.3. Criterios de aplicación de la norma

La aplicación de esta norma es obligatoria salvo en las siguientes excepciones:

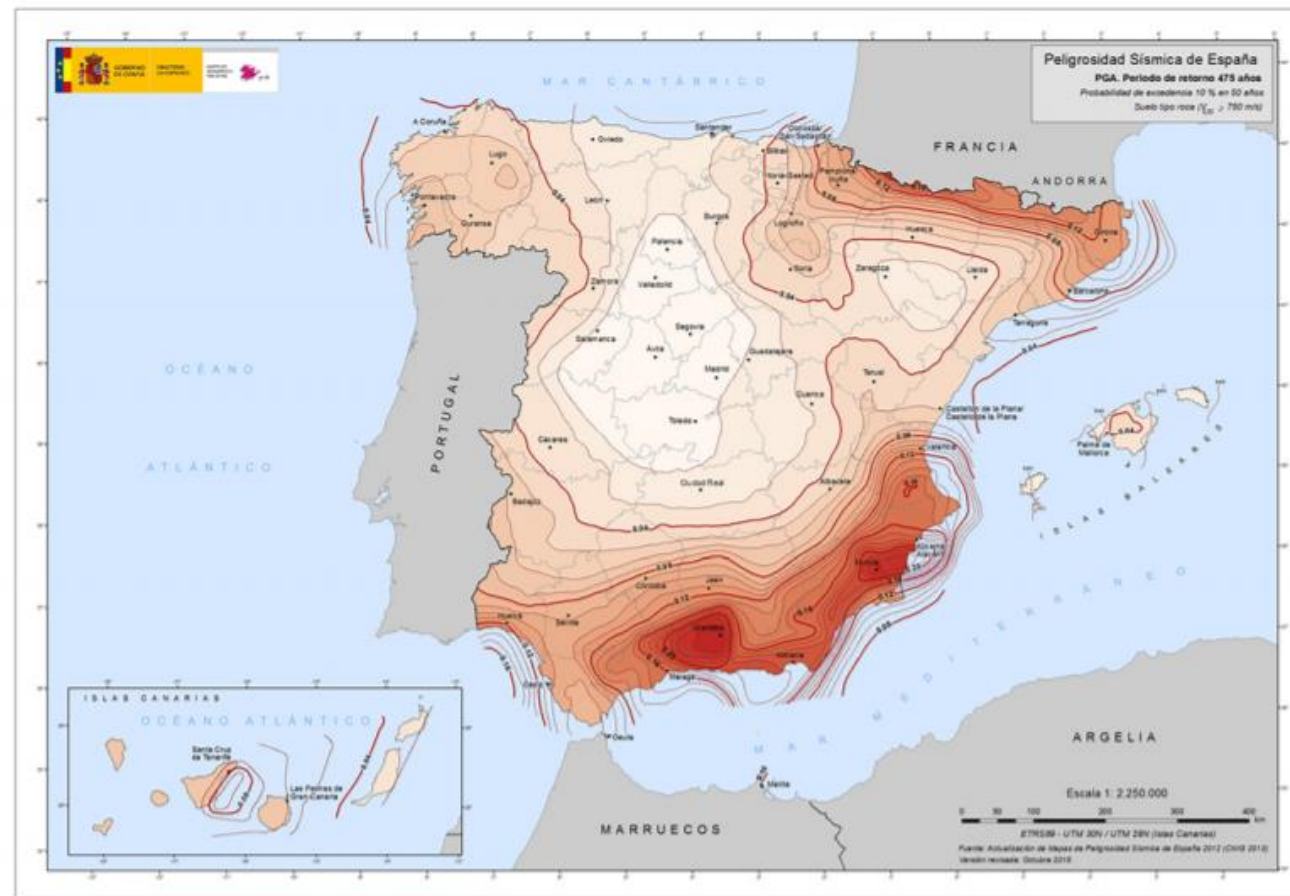
- Construcciones catalogadas como de importancia moderada. • En construcciones de importancia normal o especial, cuando la aceleración sísmica básica (a_b) sea inferior a $0,04g$, siendo ‘ g ’ la aceleración de la gravedad (9.81 m/s^2 para fines de cálculos)

- En construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica (a_b) (art. 2.1) sea inferior a $0,08g$. No obstante, la norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas si la aceleración sísmica de cálculo (a_c) (art. 2.2) es igual o mayor de $0,08g$.

5.3. Información sísmica

5.3.1. Aceleración sísmica básica

Acudiendo al Instituto Geográfico Nacional (IGN), podemos consultar el mapa de peligrosidad sísmica de España (año 2015), con los valores de la aceleración representados sobre el mismo. El mapa se encuentra a escala 1:2250000, y tiene un periodo de retorno de 475 años.



La zona de proyecto se encuentra en una de las áreas con menor peligrosidad frente a terremotos, donde se cumple que:

$$ab < 0,04g$$

5.3.2. Coeficiente de nivel de daño Y_i

Dependiendo de la importancia de la construcción, la aceleración de cálculo en el terreno se obtiene multiplicando el valor básico (representado en el mapa anterior) por un coeficiente conocido como de nivel de daño.

La importancia del proyecto en cuestión es de importancia normal, ya que como se explica anteriormente, son aquellas: "cuya destrucción puede ocasionar víctimas o interrumpir un servicio

necesario o producir pérdidas económicas sin que, en ningún caso, se trate de un servicio imprescindible, ni pueda dar lugar a efectos catastróficos". Por lo tanto, el coeficiente de nivel de daño Y_i , tiene un valor de 1

$$Y_i = 1$$

5.3.3. Valor de la aceleración de cálculo

La aceleración sísmica de cálculo (a_c) se obtiene como el producto de varios factores:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

Siendo:

a_b = Aceleración sísmica básica

ρ = Coeficiente adimensional de riesgo en función del periodo de vida en años (para construcciones de importancia normal su valor es de 1)

S = Coeficiente de amplificación del terreno.

$$\text{Si } \rho \cdot a_b \leq 0,1 \cdot g ; S = C/1,25$$

Siendo 'C' el coeficiente del terreno, que depende de las características geotécnicas del terreno de cimentación, y que se obtendrá de la siguiente tabla:

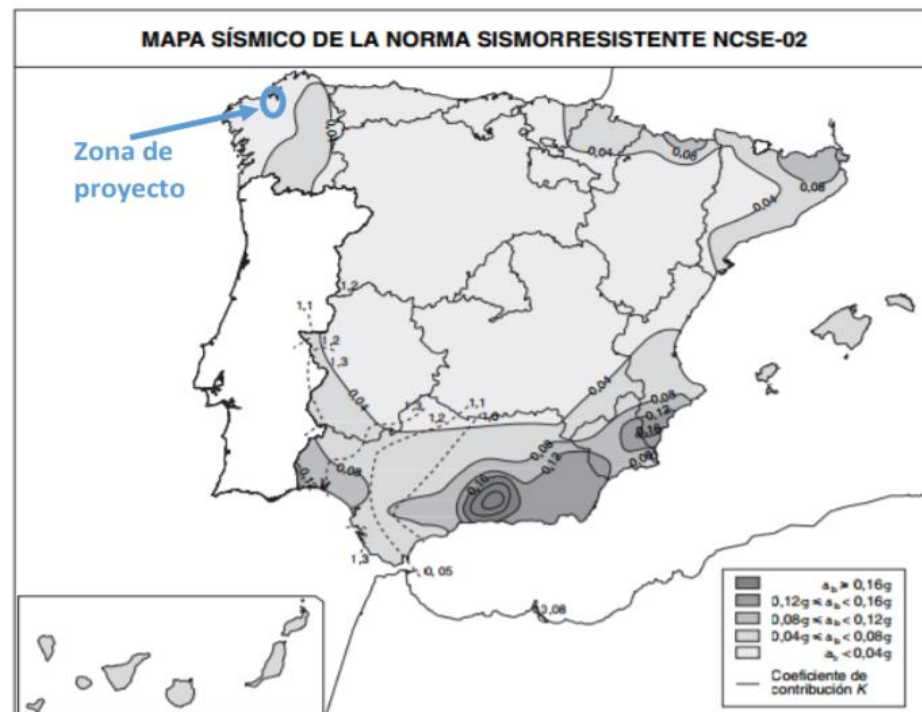
COEFICIENTES DEL TERRENO

TIPO DE TERRENO	COEFICIENTE C
I	1,0
II	1,3
III	1,6
IV	2,0

Donde nos encontramos con cuatro diferentes tipos de terreno:

- Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $V_s > 750$ m/s.
- Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $750 \text{ m/s} \geq V_s > 400$ m/s.
- Terreno tipo III: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $400 \text{ m/s} \geq V_s > 200$ m/s.

• Terreno tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $V_s \leq 200$ m/s. En nuestro caso, si consultamos la normativa anteriormente citada (NCSE-02):



Donde podemos comprobar que $a_b < 0,04g$

5.4. Conclusión

Siguiendo el criterio establecido en la aplicación de la norma, vemos que se cumple una de las excepciones de la misma a la hora de tenerla en cuenta en un proyecto. Dado que la aceleración básica es inferior a $0,04g$, se concluye que la aplicación de la norma no es obligatoria para el presente proyecto en dicha zona de actuación.

6.- CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL TERRENO

Se muestra una descripción de los materiales del subsuelo:

- **Nivel: Relleno Antrópico.** Este primer nivel se constituye por arenas sueltas, de tonos marrones, que incluyen de forma dispersa fragmentos de roca de pequeño tamaño, así como fragmentos de escombros (algunos ladrillos de hasta 2 cm.). Incluye unos 5-8 cm. de tierra vegetal arenosa, con pequeñas raíces de tipo herbáceo y con tonos marrones oscuros. La potencia observada en la vertical

del sondeo S-1 es de unos 1,30 m. Por la observación de los golpes obtenidos en el ensayo de penetración dinámica continua PDC-1, se deducen Compacidades Muy Sueltas-Sueltas. No se han recopilado muestras de material pertenecientes a este nivel geotécnico puesto que se considera inadecuado para el apoyo de elementos de cimentación, por lo que se deberá buscar el apoyo de los mismos en niveles subyacentes de mejor condición geotécnica.

- **Nivel II: Depósitos Cuaternarios Aluviales.** Este nivel geotécnico es debido a la actividad geológica de los cauces fluviales situados en la zona de estudio. Se trata de un depósito constituido por limos y arenas en diferente proporción según el tramo observado. Incluye entornos donde se observa una matriz grano fino (arcillas con limos o con arenas) que incluye gravas dispersas, de composición cuarzosa y esquistosa, con tamaños que en general se encuentran entre los 2 cm, con centil visto de hasta 4 cm. En general el material se recupera de forma suelta, excepto en algunos entornos de mayor porcentaje limoso, donde se observan fragmentos apelmazados, desagregables con las manos. El color del material varía desde Marrón oscuro a marrón con tonos ocres.

- **Nivel III: Esquistos Meteorizados en Grado V (ISRM).** Este nivel geotécnico es el resultado de la actuación de los procesos geológicos (meteorización) que han actuado sobre el sustrato rocoso que aflora en este sector (Esquistos de la serie de Órdenes). De esta forma la meteorización genera un “suelo geotécnico” formado por limos arenosos de tonos ocres. El material se recupera de forma suelta y, en menor manera, apelmazado en fragmentos de pequeño tamaño (apenas unos 5 cm) desagregables con la fuerza de las manos. En el interior de estos fragmentos, se aprecia una textura esquistosa muy tenue, casi borrada por la acción de la meteorización. Hasta las profundidades de la investigación realizada, se ha podido deducir un espesor para esta unidad de unos 5,00 m., tomando como base de este nivel la cota de rechazo del ensayo de penetración dinámica continua PDC-1. Por la observación de los golpes obtenidos en los ensayos S.P.T. y en la prueba de penetración dinámica continua PDC-1, se pueden estimar Compacidades Medias-Densas.

7.- TRABAJOS REALIZADOS

Con el fin de caracterizar los materiales del subsuelo del solar para determinar su aptitud como cimiento, así como excavabilidad, se programó una campaña de reconocimiento geotécnico que engloba las siguientes

fases:

- Realización de un (1) ensayo de penetración dinámica continua tipo (DPSH)
- Ensayos de laboratorio

7.1.- ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA CONTINUA TIPO (DPSH)

Con el fin de realizar la comprobación en profundidad de la compacidad "in situ" del subsuelo, se realizaron un total de un (1) ensayo de penetración dinámica continua con un equipo superpesado (DPSH).

La hinca se realiza con una maza de 63,5 kg de peso que cae libremente desde una altura de 50 cm sobre un yunque que transmite la energía hasta la punta mediante el varillaje. Se va anotando el nº de golpes necesarios para hincar 20 cm la puntaza en el terreno.

Este ensayo se realiza con el equipo Rolatec ML-60A (Código S-EM-007/C), hincando ininterrumpidamente una puntaza cilíndrico-cónica cuya base tiene una superficie de 20 cm² y un ángulo en la punta de 90°, mediante varillaje macizo de acero de 32 mm de diámetro.

La hinca se realiza con una maza de 63,5 kg de peso que cae libremente desde una altura de 76 cm sobre un yunque que transmite la energía hasta la punta mediante el varillaje.

Se mide el número de golpes necesarios para hincar el cono 20 centímetros en el subsuelo, llevando la prueba hasta que se obtiene el rechazo, que se alcanza cuando N₂₀ > 200 golpes o cuando se alcanzan valores superiores a N₂₀>100 golpes en tandas consecutivas a lo largo de un metro de penetración. Estos valores se representan en una gráfica que refleja en abscisas el número de golpes y en ordenadas la profundidad a la que se obtiene dicho valor de golpeo (incluidas en el Anexo correspondiente del presente informe, bajo el nombre Registro de Ensayos de Penetración Dinámica Continua).

Los resultados obtenidos en cada ensayo, se agrupan por rangos y se valora la media de los valores N₂₀.

En la siguiente tabla se resumen las penetraciones realizadas en el solar, así como la profundidad a la cual se produjo el rechazo; también se representa la cota de inicio del ensayo y la profundidad del rechazo en relación a las cotas de referencia del estudio.

Número de ensayo	Profundidad alcanzada (m.)	Cota de inicio respecto cota de referencia (m)	Profundidad alcanzada respecto cota de referencia (m)
PDC-1	13,80	0,00	13,80

La compacidad o consistencia del subsuelo puede estimarse como primera aproximación en función del número de golpes N₂₀ según los rangos indicados seguidamente (se incluye equivalencia con el ensayo SPT):

Terrenos predominantemente granulares:

COMPACIDAD	Muy Suelto	Suelto	Medio	Denso	Muy Denso
BORROS (N ₂₀)	< 4	5 - 8	9 - 25	25 - 40	> 40
SPT (N ₃₀)	< 4	4 - 10	10 - 30	30 - 50	> 50

Terrenos predominantemente cohesivos:

CONSISTENCIA	Muy blando	Blando	Medio	Firme	Muy firme	Dura
SPT (N ₃₀)	< 2	2 - 4	4 - 8	8 - 15	15 - 30	> 30

7.2.- ENSAYOS DE LABORATORIO

A continuación se resume los ensayos de laboratorio realizados a las diferentes muestras obtenidas durante la investigación geotécnica realizada.

7.2.1.- Ensayos muestras de suelos

A partir de muestras representativas del terreno se efectuaron en el laboratorio los siguientes ensayos descritos en Tabla adjunta:

TABLA RESUMEN. ENSAYOS DE LABORATORIO. MUESTRAS DE SUELOS.		
TIPO DE ENSAYO	SEGÚN NORMA	Nº DE ENSAYOS
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	UNE-103101	2
LÍMITES DE ATTERBERG	UNE-103103 y 103104	2
DENSIDAD APARENTE	UNE-103301	1
HUMEDAD NATURAL	UNE-103300	2
AGRESIVIDAD SUELOS	EHE	1
CORTE DIRECTO TIPO CD	UNE-103401	1

MUESTRA	COTAS, m	H %	LÍMITES ATTERBERG		GRANULOMETRÍA % Pasa				γ _{ap} t/m ³	Agresividad EHE		Corte Directo CD		Clasif USCS
			LL	IP	5	2	0.4	0.08		Sulf (mg/kg)	Baum. Gully (ml/kg)	φ' (°)	c' Kp/cm ²	
MI-2	4,80-5,00	28,1	30,1	10,3	91,0	87,3	80,0	53,8	2,00	90	82	31°	0.22	CL
SPT-3	10,00-10,60	21,50	38,4	10,2	68,3	61,3	48,2	34,7	-	-	-	-	-	SM

N.P. - No Presenta

Los materiales ensayados corresponden según la clasificación S.U.C.S. a Arcilla arenosa de plasticidad media (CL) y Arena limosa con grava (SM), respectivamente.

7.2.2.- Ensayos muestras de agua

Sobre una muestra de agua recopilada en el sondeo S-1, se realizan los ensayos de agresividad con el objeto de determinar la agresividad de las aguas frente al hormigón, de acuerdo a la instrucción EHE.

Los parámetros analizados son los siguientes:

pH

Magnesio

Amonio

Sulfatos

Dióxido de carbono

Residuo seco

A continuación se incluye una tabla resumen con los parámetros obtenidos en cada caso.

AGUA	PARAMETROS	Sondeo S-1
	pH	7,05
	ión magnesio (mg Mg^{2+} /l)	13,9
	ión amonio (mg NH_4^+ /l)	3,00
	ion sulfato (mg SO_4^{2-} /l)	19,5
	CO ₂ agresivo (mg CO ₂ /l)	15,5
	Residuo seco (mg/l)	657



ANEJO Nº9: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



INDICE

1.- ANALISIS DE LA NECESIDAD DE SOMETER EL PROYECTO A UNA EVALUACION DE IIMPACTO AMBIENTAL SIMPLIFICADA

1.1.- Objeto y finalidad

1.2.- Principios de la evaluación ambiental

1.3.- Relaciones entre Administraciones públicas

1.4.- Ámbito de aplicación de la evaluación de impacto ambiental

1.5.- Supuestos excluidos de evaluación ambiental y proyectos exceptuables

2.- GEOLOGIA

3.- SUELO

4.- CLIMA

5.- VEGETACION

6.- ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

7.- AFECCIONES PATRIMONIALES

8.- IDENTIFICACION DE RIESGOS

8.1.- Atmosfera

8.2.- Ruido

8.3.- Aguas

8.4.- Fauna

8.5.- Suelo

8.6.- Medio socioeconómico

9.- MEDIDAS CORRECTORAS

9.1.- Movimiento de tierras

9.2.- Medio socioeconómico

10.- PROGRAMA DE VIGILACIA SANITARIA

1.- ANALISIS DE LA NECESIDAD DE SOMETER EL PROYECTO A UNA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL SIMPLIFICADA

A lo largo de los años, el estudio ambiental se ha venido manifestando como la forma más eficaz para evitar las agresiones contra la naturaleza, proporcionando una mayor fiabilidad y confianza en las decisiones que deban adoptarse, al poder elegir, entre las diferentes alternativas posibles, aquella que mejor salvaguarde los intereses generales desde una perspectiva global e integrada y teniendo en cuenta todos los efectos derivados de la actividad proyectada. Es necesario hacer una política preventiva en cuanto a protección del medio ambiente, sin olvidarse de otros factores importantes para la región como aumento del bienestar social, del nivel de vida y del crecimiento económico que consigan un desarrollo sostenible de la región.

La evaluación ambiental del presente proyecto se rige por la Ley 21/2013 del 9 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos. Según esta ley, se define la evaluación ambiental como: "procedimiento administrativo instrumental respecto del de aprobación o de adopción de planes y programas, así como respecto del de autorización de proyectos o, en su caso, respecto de la actividad administrativa de control de los proyectos sometidos a declaración responsable o comunicación previa, a través del cual se analizan los posibles efectos significativos sobre el medio ambiente de los planes, programas y proyectos. La evaluación ambiental incluye tanto la «evaluación ambiental estratégica» como la «evaluación de impacto ambiental» "

La ley consta de 64 artículos distribuidos en tres títulos: el título I contiene los principios y disposiciones generales, el título II las disposiciones reguladoras de los procedimientos de evaluación ambiental y, por último, el título III regula el seguimiento y el régimen sancionador.

1.1. Objeto y finalidad

Esta ley establece las bases que deben regir la evaluación ambiental de los planes, programas y proyectos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente, garantizando en todo el territorio del Estado un elevado nivel de protección ambiental, con el fin de promover un desarrollo sostenible, mediante:

- La integración de los aspectos medioambientales en la elaboración y en la adopción, aprobación o autorización de los planes, programas y proyectos.
- El análisis y la selección de las alternativas que resulten ambientalmente viables.
- El establecimiento de las medidas que permitan prevenir, corregir y, en su caso, compensar los efectos adversos sobre el medio ambiente.

- El establecimiento de las medidas de vigilancia, seguimiento y sanción necesarias para cumplir con las finalidades de esta ley.

1.2. Principios de la evaluación ambiental

Asimismo, esta ley establece los principios que informarán el procedimiento de evaluación ambiental de los planes, programas y proyectos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente, así como el régimen de cooperación entre la Administración General del Estado y las comunidades autónomas a través de la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente:

- Protección y mejora del medio ambiente.
- Precaución.
 - Acción preventiva y cautelar, corrección y compensación de los impactos sobre el medio ambiente.
 - Quien contamina paga.
 - Racionalización, simplificación y concertación de los procedimientos de evaluación ambiental.
 - Cooperación y coordinación entre la Administración General del Estado y las Comunidades Autónomas.
 - Proporcionalidad entre los efectos sobre el medio ambiente de los planes, programas y proyectos, y el tipo de procedimiento de evaluación al que en su caso deban someterse.
 - Colaboración activa de los distintos órganos administrativos que intervienen en el procedimiento de evaluación, facilitando la información necesaria que se les requiera.
- Participación pública.
- Desarrollo sostenible.
- Integración de los aspectos ambientales en la toma de decisiones.
- Actuación de acuerdo al mejor conocimiento científico posible.

1.3. Relaciones entre Administraciones públicas

Las Administraciones públicas ajustarán sus actuaciones en materia de evaluación ambiental a los principios de lealtad institucional, coordinación, información mutua, cooperación, colaboración y coherencia. A tal efecto, las consultas que deba realizar una Administración pública garantizarán la debida ponderación de la totalidad de los intereses públicos implicados y, en particular, la de aquéllos cuya gestión esté encomendada a otras Administraciones públicas.

El órgano sustantivo informará al órgano ambiental de cualquier incidencia que se produzca durante la tramitación del procedimiento sustantivo de adopción, aprobación o autorización de un plan, programa o proyecto que tenga relevancia a los efectos de la tramitación de los procedimientos de evaluación ambiental, singularmente aquellas que supongan el archivo o la caducidad del procedimiento sustantivo.

Cuando corresponda a la Administración General del Estado formular la declaración ambiental estratégica o la declaración de impacto ambiental, o bien emitir el informe ambiental estratégico o el informe de impacto ambiental regulados en esta ley, se consultará preceptivamente al órgano que ostente las competencias en materia de medio ambiente de la comunidad autónoma en la que se ubique territorialmente el plan, programa o proyecto.

1.4. Ámbito de aplicación de la evaluación de impacto ambiental.

a) Serán objeto de una evaluación de impacto ambiental ordinaria los siguientes proyectos:

- Los comprendidos en el anexo I, así como los proyectos que, presentándose fraccionados, alcancen los umbrales del anexo I mediante la acumulación de las magnitudes o dimensiones de cada uno de los proyectos considerados.
 - Los comprendidos en el apartado 2, cuando así lo decida caso por caso el órgano ambiental, en el informe de impacto ambiental de acuerdo con los criterios del anexo III.
 - Cualquier modificación de las características de un proyecto consignado en el anexo I o en el anexo II, cuando dicha modificación cumple, por sí sola, los umbrales establecidos en el anexo I.
 - Los proyectos incluidos en el apartado 2, cuando así lo solicite el promotor.
- b) Serán objeto de una evaluación de impacto ambiental simplificada:
- Los proyectos comprendidos en el anexo II.
 - Los proyectos no incluidos ni en el anexo I ni en el anexo II que puedan afectar de forma apreciable, directa o indirectamente, a Espacios Protegidos Red Natura 2000.
 - Cualquier modificación de las características de un proyecto del anexo I o del anexo II, distinta de las modificaciones descritas en el artículo 7.1.c) ya autorizados, ejecutados o en proceso de ejecución,

que pueda tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente. Se entenderá que esta modificación puede tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente cuando suponga:

- o Un incremento significativo de las emisiones a la atmósfera.
- o Un incremento significativo de los vertidos a cauces públicos o al litoral.
- o Incremento significativo de la generación de residuos.
- o Un incremento significativo en la utilización de recursos naturales.
- o Una afección a Espacios Protegidos Red Natura 2000.
- o Una afección significativa al patrimonio cultural.

- Los proyectos que, presentándose fraccionados, alcancen los umbrales del anexo II mediante la acumulación de las magnitudes o dimensiones de cada uno de los proyectos considerados.

- Los proyectos del anexo I que sirven exclusiva o principalmente para desarrollar o ensayar nuevos métodos o productos, siempre que la duración del proyecto no sea superior a dos años.

1.5. Supuestos excluidos de evaluación ambiental y proyectos exceptuables.

Esta ley no se aplicará a los siguientes proyectos:

- Los relacionados con los objetivos de la defensa nacional cuando tal aplicación pudiera tener repercusiones negativas sobre tales objetivos.
- Los proyectos detallados aprobados específicamente por una Ley. Estos proyectos deben contener los datos necesarios para la evaluación de las repercusiones de dicho proyecto sobre el medio ambiente y en la tramitación de la Ley de aprobación del proyecto se deben cumplir los objetivos establecidos en esta Ley.

El Consejo de Ministros, en el ámbito de la Administración General del Estado, y el órgano que determine la legislación de cada comunidad autónoma, en su respectivo ámbito de competencias, podrán, en supuestos excepcionales y mediante acuerdo motivado, excluir un proyecto determinado del procedimiento de evaluación de impacto ambiental.

2.- GEOLOGIA

Geográficamente, la zona de intervención se encuentra en la hoja nº 45, Betanzos, del Mapa Topográfico Nacional. La escala de dicho mapa topográfico Nacional sería 1:50.000. Geomorfológicamente existen

en la hoja dos zonas claramente diferenciadas: la central y oriental, con un relieve de muy bajos desniveles definido por el substrato esquistosograuváquico, y la occidental, condicionada por el macizo granítico que ocupa dicho sector. La zona de proyecto se localiza en la primera de estas zonas. Desde el punto de vista de su estratigrafía en la zona que nos ocupa predomina la serie de Órdenes, que representa más del 65 por 100 del total de la hoja. En líneas generales esta serie se compone de cuarzo-esquistos y metagrauvacas en una sucesión rítmica con niveles turbidíticos.

Teniendo en cuenta las asociaciones minerales y las texturas, se distinguen dentro de los metasedimentos de Órdenes los tipos siguientes: filitas, Esquistos, Matasamitas, Metagrauvacas-paraneises, granofels, esquistos verdes, cuarcitas, esquistos grafitosos y anfíbolitas (como se puede apreciar en la leyenda que se adjunta).

En las proximidades del río Mero se encuentran una serie de manchones de materiales gravosos y gravoso-arenosos, mal clasificados, con alto índice de redondeamiento de los cantos y gradación vertical en los términos de cada banco. Las superficies de deposición son erosivas.

En los cauces fluviales y en las rías se localizan rellenos cuaternarios, de entre los que sobresalen los asociados al río Mero y sus afluentes, por ser los de mayor desarrollo. En toda la hoja destaca el fuerte recubrimiento de suelos de alteración, con una capa superior a los 20-40 cm, de alto contenido en materia orgánica y vegetal, pasando hacia abajo a arcillas arenosas y gravas en la parte más próxima al sustrato.

Las características hidrogeológicas están fuertemente condicionadas por la litología y la tectónica de los materiales existentes. Debido a la poca porosidad de los mismos, la viabilidad de aguas profundas es escasa y la surgencia de aguas superficiales es debida a numerosos planos de esquistosidad y fracturas que captan gran parte del agua de lluvia.

3.- SUELO

Son heterogéneos, aunque predominan las tierras pardas con diversas formas de transición. Sobre ellas se asientan los cultivos. En los terrenos más elevados aparecen suelos tipo ránker pardo. Los suelos hidromorfos se encuentran en dos áreas: una en torno a Betanzos y las riberas del río Mandeo, y otra en el límite occidental del municipio, a orillas del río Mero. En ambas se han depositado y acumulado materiales de acarreo transportados por los cursos de agua. Son

suelos gley, muy influidos por el nivel freático. Llegan a constituir una extensa marisma con terrenos pantanosos en la ría.

4.- CLIMA

El municipio de Betanzos se encuadra en una unidad climática de tipo Oceánico moderado, característica que está motivada por las temperaturas, condicionadas por la proximidad del mar. Oscilan entre los 8,2º de enero y los 16,7º de julio y agosto, con una media anual de 12,3º. La amplitud térmica es de 8,5º. Podemos hablar de temperaturas suaves, pues carece de inviernos fríos o de veranos calurosos. Las heladas son excepcionales. Las precipitaciones alcanzan un total anual de 876 mm. Su distribución estacional es típicamente atlántica. Diciembre, noviembre y marzo son los meses más lluviosos, y julio, agosto y junio los más secos. Las diferencias climáticas en el interior del municipio apenas existen porque la topografía es de escasa importancia para llegar a constituir pantallas climáticas. Sin embargo son frecuentes las nieblas y es mayor el grado de humedad en torno a la ría y en el área occidental, en las proximidades del embalse de Cecebre.

5.- VEGETACION

La acción antrópica ha originado la desaparición del bosque caducifolio, al sustituirlo por especies de cultivo u otras forestales que ocupan la mayor parte de la superficie. De las especies arbóreas destaca la asociación de pino negral y eucalipto. A veces el dominio de una de las dos especies es absoluto. El tojo y el brezal aparecen como sotobosque de estas especies. Encontramos árboles frutales de manzanas y peras diseminados por todo el municipio, aunque se cultivan de modo intensivo en la parroquia de Piadela. Las tierras de cultivo y las praderas ocupan el resto de la superficie agraria. La abundancia de agua en los suelos favorece la presencia de prados naturales. En las proximidades de la ría se encuentran las praderas higroturbosas y las turberas debido a la existencia de terrenos pantanosos, en los cuales aparecen las marismas.

6.- ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

▪ *Red Gallega de Espacios Protegidos*

En la red gallega de espacios naturales protegidos se recogen aquellos espacios naturales de la comunidad autónoma que disponen de un régimen especial de protección en virtud de las diferentes normativas autonómicas, estatales o comunitarias así como convenios internacionales.

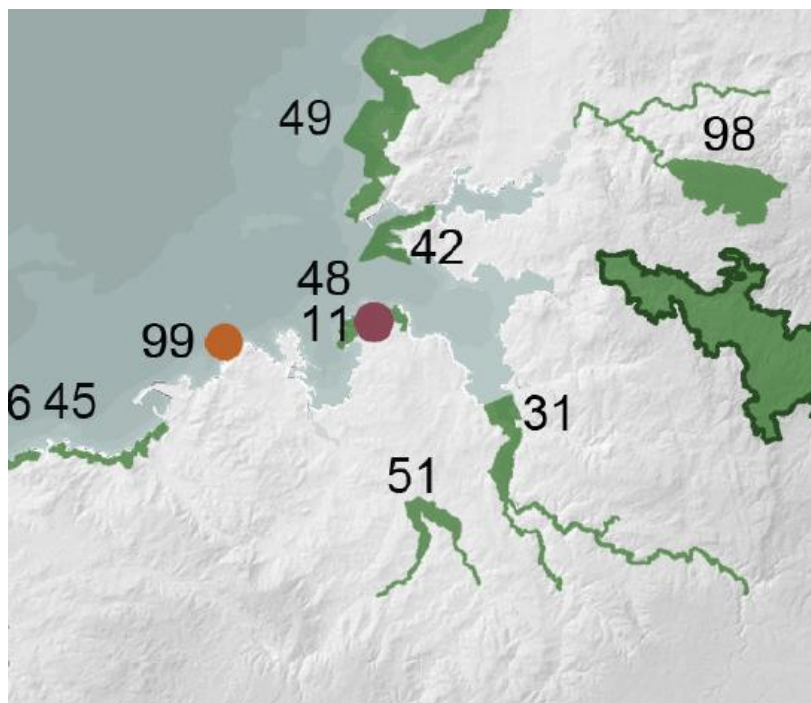
Estos espacios naturales recogen los ecosistemas más representativos y significativos del territorio gallego: costas y rías, lagunas, ecosistemas fluviales, sierras del interior, bosques, etc. La normativa autonómica que regula la protección está recogida en la Ley 9/2001, de Conservación de la Naturaleza. Dentro de la Red Gallega de Espacios Protegidos se incluyen: Reservas Naturales, Parques Naturales, Parques Nacionales, Monumentos Naturales, Humedales Protegidos, Paisajes Protegidos y ZEPVN (Zonas de Especial Protección de los Valores Naturales, incluidas en la Red Natura 2000), ZEC (Zonas especiales de conservación) Red Natura 2000. Pero los que afectan a nuestra área de estudio son los siguientes:

- ZEPVN

Se consideran como Zona de Especial Protección de los Valores Naturales (ZEPVN), aquellos espacios de los que por sus valores o interés natural, cultural, científico, educativo o paisajístico, sea necesaria asegurar su conservación y no tienen otra protección específica.

Según el Decreto 72/2004, del 2 de abril, el río Mandeo está catalogado como ZP: 110019 Río Mandeo.

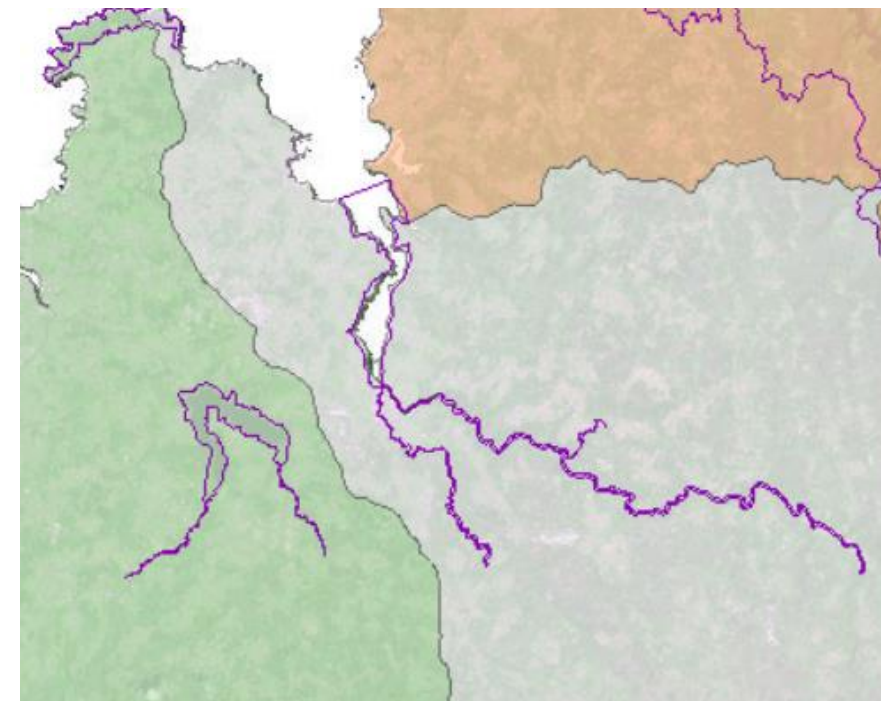
Esta zona está representada en la siguiente imagen señalada con el número 31.



▪ Red Natura 2000

- ZEC

Zona aluvial del Río Mandeo y Río Mendo. Es decir, que tanto la zona donde actualmente está la captación y donde se construirá la nueva será Zona Especial de Conservación. Existen importantes formaciones arbustivas, así como de bosques mixtos, encontrándose la vegetación ribereña generalmente bien conservada. El curso fluvial posee un buen potencial piscícola.



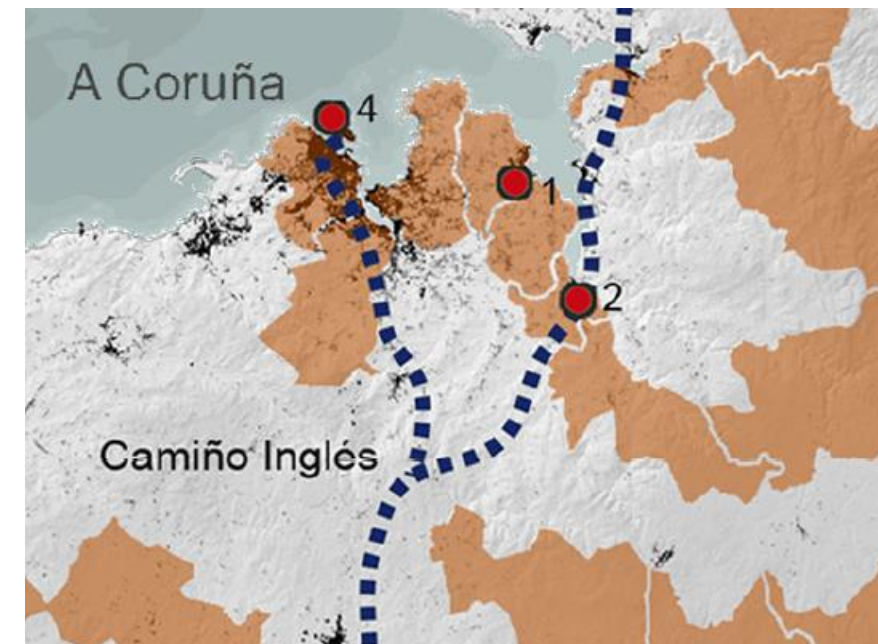
Áreas Protegidas de Ámbito Internacional

- RESERVA DE LA BIOSFERA (MARIÑAS CORUÑESAS E TERRAS DO MANDEO):

Las reservas de la biosfera constituyen lugares excepcionales para la investigación, la observación a largo plazo, la formación, la educación y la sensibilización del público, permitiendo al mismo tiempo que las comunidades locales participen plenamente en la conservación y en el uso sostenible de los recursos. Se considera que también constituyen lugares de demostración y polos de acción en el marco de las políticas de desenvolvimiento regional y de ordenación del territorio.

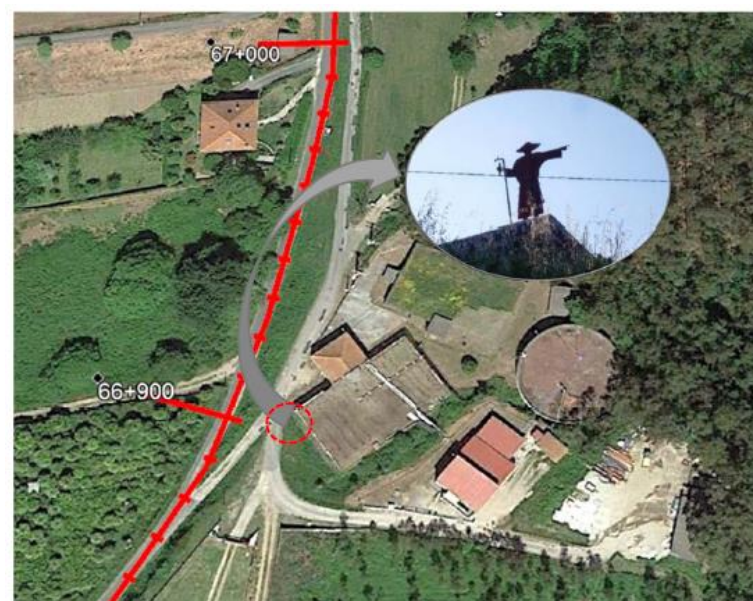


También cabe destacar que la zona antigua de Betanzos se considera conjunto histórico desde 1970, señalado en la siguiente imagen con el número 2.



7. AFECCIONES PATRIMONIALES

Desde el punto de vista patrimonial cabe destacar que el Camino de Santiago se encuentra paralelo a la carretera por donde se colocara la nueva conducción que llegara a la ETAP de Betanzos que también estará pegada al Camino de Santiago, concretamente el Camino Inglés. Cabe destacar que en lo alto de uno de los depósitos de la ETAP, se ha instalado hace años la silueta de un peregrino hecha de metal, que, si bien, no es un bien patrimonial catalogado, dada su simbología, se puede considerar que ha pasado a formar parte del “paisaje” del camino y deberá ser respetado.



Como el la conducción pasa por la carretera paralela al Camino Inglés, ésta no pasa en ninguno momento por el mismo y la ETAP tampoco afecta al camino, por lo que, no afecta directamente a la obra que vamos a realizar.

La zona antigua de Betanzos tampoco afecta directamente a nuestra obra, pues la conducción no pasa por Betanzos, sino que lo bordea.

En conclusión no hay afecciones patrimoniales siempre que no haya replanteos, en cuyo caso habría que volver a analizar éstas afecciones.

8. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

8.1 Atmosfera

Durante la fase de ejecución la principal alteración de la calidad del aire proviene de las aportaciones del material en suspensión. Éste procede de los movimientos de tierras en las siguientes acciones: excavaciones y vertido de material de desecho, generándose un impacto negativo.

8.2 Ruido

La generación de ruidos y vibraciones provocan contaminación acústica, consecuencia de la circulación y funcionamiento de la maquinaria necesaria para ejecutar la obra.

8.3 Aguas

Se producirán vertidos controlados al agua por el uso de este recurso durante la ejecución de las obras, dando lugar a la alteración de la calidad del agua. Además, y de forma ocasional, en algunos puntos se pueden producir vertidos de material procedente de la excavación o del relleno, que produzcan cierta turbidez en las aguas naturales de escorrentía.

8.4 Fauna

Durante la fase de ejecución la ocupación y cambio de uso de la superficie afectará a los hábitats de las comunidades presentes, en términos de lugares de reposo, alimentación, refugio e incluso como áreas reproductivas.

8.5 Suelo

En las obras que tendrán lugar se prevé el transporte a vertedero de las tierras sobrantes de las obras de tierra, así como del resto de residuos inertes que se generen durante la ejecución de la obra. Además del uso de vertedero, hay otras acciones que generan impactos sobre los suelos como el almacenamiento de maquinaria, los acopios del material que se va a emplear, etc. que se identifica como ocupación del suelo.

8.6 Medio socioeconómico

Todas las actuaciones de la obra que supongan una variación del entorno anterior o molestias en la población local influirán en la valoración ciudadana sobre el proyecto, en este sentido el impacto será negativo en una primera instancia, una vez este desarrollado el proyecto la valoración ciudadana será positiva gracias a la mejora del abastecimiento.

La presumible creación de puestos de trabajo durante la ejecución y explotación y mantenimiento posteriores repercutirán positivamente.

9. MEDIDAS CORRECTORAS

9.1 Movimiento de tierras

Establecer, al principio de la obra, las zonas de acopio de materiales y maquinaria, procurando que éste sea lo más reducido posible.

Para evitar la destrucción de suelos con alto valor ecológico se procederá a la retirada, almacenamiento y acondicionamiento de la tierra vegetal útil procedente de los terrenos afectados por las actuaciones. En aquellas zonas afectadas por movimientos de tierras, excavaciones y, en general, todas aquellas operaciones de obra que supongan la aparición de superficies descubiertas, se procederá a su revegetación una vez alcanzadas las superficies definitivas, al objeto de evitar la aparición de fenómenos erosivos.

9.2 Medio socioeconómico

Previamente a la fase de construcción, se deberá desarrollar un Plan de Seguridad y Salud. Se deberá delimitar la actuación de obra y señalizar adecuadamente la misma, así como regular el tráfico para evitar la interrupción del mismo durante la colocación de tubería ocupando la menor parte de la vía posible.

Una vez finalizadas las obras se deberá proceder a la reposición de todos los servicios que hayan sido afectados.

10. PROGRAMA DE VIGILANCIA SANITARIA

El programa de Vigilancia Ambiental se fundamenta en el Real Decreto 1131/88 de 30 de Septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/86, de 28 de Junio, de Evaluación del Impacto Ambiental.

El Programa deberá garantizar el cumplimiento de las recomendaciones y medidas correctoras, proponiendo unos métodos de seguimiento y control para comprobar los efectos reales de ciertos impactos de difícil valoración y de las medidas correctoras con los previstos en el Estatuto de Impacto Ambiental.

Los puntos objeto de vigilancia serán al menos:

- Mantenimiento de la zona ajardinada de la caseta de bombas y de los depósitos.
- Control de las operaciones de vaciado y limpieza de los depósitos.
- Control del buen funcionamiento de las bombas y del equipo de telecontrol.



ANEJO Nº10: EXPROPIACIONES



INDICE

1.- INTRODUCCION

2.- NORMATIVA

3.- EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES

1.- INTRODUCCION

El objeto del presente anejo es valorar la superficie que es necesario expropiar para colocación de la tubería y la instalación de una nueva captación en el río Mandeo.

2.- NORMATIVA

Citando la ley de 16 de diciembre de 1954, de Expropiación Forzosa: 'La expropiación forzosa contempla el supuesto en que, decidida la colisión entre el interés público y el privado, en consideración a la lógica prevalencia del primero, resulta obligado arbitrar el procedimiento legal adecuado para promover jurídicamente la transmisión imperativa del derecho expropiado y para hacer, consecuentemente, efectiva en favor del particular la justa indemnización correspondiente. Implicando la expropiación un resultado jurídico siempre idéntico, las modificaciones de sus bases legislativas proceden fundamentalmente ya de la concepción más o menos amplia del campo a que el interés público se extiende, ya de los progresos técnicos que permiten perfeccionar el procedimiento calculado, y esto, de un lado, a fin de que encuentren satisfacción las exigencias de la eficacia administrativa, y de otro, para hacer efectivas las garantías del particular, así en el orden de la defensa contra una expropiación irregular, como el del reconocimiento y pago de la justa indemnización que por principio se reconoce'.

La misma recoge el proceso a seguir para la expropiación de terrenos, en caso de ser necesario:

- Declaración de utilidad pública o de interés social.
- Necesidad de ocupación de bienes o de adquisición de derechos.
- Justificación de precio.
- Pago y toma de posesión.

3.- EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES

Las conducciones de impulsión se han trazado paralelas a las vías de comunicación, carreteras y caminos, es decir, transcurrirán por terrenos de Dominio Público, por lo que no serán susceptibles de ser expropiados.

Respecto a la explanada de la nueva captación y la conducción desde ese tramo hasta el camino mas cercano, está en dominio privado, por lo que, existe la necesidad de expropiar.

Dicha captación tiene unas dimensiones de 10,2x11m, por lo que la superficie total será de 112,2m². Para la conducción habrá que expropiar temporalmente una pequeña superficie de la parcela contigua y de otras 5 mas para llevar la conducción hasta el camino más cercano, como veremos en el siguiente apéndice. La superficie a expropiar temporalmente para instalar la conducción tendrá un ancho de 3 metros.

Estos terrenos serán adquiridos por el Ayuntamiento y deberán ser puestos a disposición de la Administración Hidráulica de Galicia antes del inicio de las obras.

A continuación se presentan los datos de las parcelas afectadas obtenidos de la sede virtual de catastro y del SIGPAC. Las mediciones de superficie afectada se han hecho sobre la cartografía utilizada para la elaboración del anteproyecto.

-Captación (expropiación definitiva)

-Parcela 9

Superficie necesaria a expropiar: 112,2 m²

Referencia Catastral: 15027A001000090000TR

Superficie parcela: 261 m²

Localización: Polígono 1 Parcela 9 CAMPO SALGADO. COIROS (A CORUÑA)

Clase: Rústico

Uso: Agrario

Precio unitario: 3.5 Euros/ m²

Coste total: 392,70 Euros

El coste de la parcela entera sería: 913,50 Euros.

Se realizará la expropiación total de la parcela.

-Conducción (expropiación temporal)

-Parcela 10

Superficie necesaria a expropiar temporalmente: 58,8 m²

Referencia Catastral: 15027A001000100000TO

Superficie parcela: 3445 m²

Localización: Polígono 1 Parcela 10 CAMPO SALGADO. COIROS (A CORUÑA)

Clase: Rústico

Uso: Agrario



Precio unitario: 2 Euros/ m2
Coste total: 117,6 Euros
El coste de la parcela entera sería: 6890 Euros.
Solamente se expropiarán temporalmente los 58,8 m2 necesarios para la conducción.

-Parcela 8

Superficie necesaria a expropiar temporalmente: 135,06 m2
Referencia Catastral: 15027A001000080000TK
Superficie parcela: 1627 m2
Localización: Polígono 1 Parcela 8 CAMPO SALGADO. COIROS (A CORUÑA)
Clase: Rústico
Uso: Agrario
Precio unitario: 2 Euros/ m2
Coste total: 270,12 Euros
El coste de la parcela entera sería: 3254 Euros.
Solamente se expropiarán temporalmente los 135,06 m2 necesarios para la conducción.

-Parcela 249

Superficie necesaria a expropiar temporalmente: 85,65 m2
Referencia Catastral: 15027A001002490000TA
Superficie parcela: 1073 m2
Localización: Polígono 1 Parcela 249 CAMPO SALGADO. COIROS (A CORUÑA)
Clase: Rústico
Uso: Agrario
Precio unitario: 2 Euros/ m2
Coste total: 171,30 Euros
El coste de la parcela entera sería: 2146 Euros.
Solamente se expropiarán temporalmente los 85,65 m2 necesarios para la conducción.

-Parcela 4

Superficie necesaria a expropiar temporalmente: 134,85 m2

Referencia Catastral: 15027A001000040000TT
Superficie parcela: 3313 m2
Localización: Polígono 1 Parcela 4 O REGUEIRO. COIROS (A CORUÑA)
Clase: Rústico
Uso: Agrario
Precio unitario: 2 Euros/ m2
Coste total: 269,70 Euros
El coste de la parcela entera sería: 6626 Euros.
Solamente se expropiarán temporalmente los 134,85 m2 necesarios para la conducción.

-Parcela 2

Superficie necesaria a expropiar temporalmente: 44,43 m2
Referencia Catastral: 15027A001000020000TP
Superficie parcela: 1073 m2
Localización: Polígono 1 Parcela 2 O REGUEIRO. COIROS (A CORUÑA)
Clase: Rústico
Uso: Agrario
Precio unitario: 2 Euros/ m2
Coste total: 88,86 Euros
El coste de la parcela entera sería: 2146 Euros.
Solamente se expropiarán temporalmente los 44,43 m2 necesarios para la conducción.

-Parcela 1

Superficie necesaria a expropiar temporalmente: 35,58 m2
Referencia Catastral: 15027A001000010000TQ
Superficie parcela: 398 m2
Localización: Polígono 1 Parcela 1 O REGUEIRO. COIROS (A CORUÑA)
Clase: Rústico
Uso: Agrario
Precio unitario: 2 Euros/ m2
Coste total: 71,16Euros
El coste de la parcela entera sería: 796 Euros.



Solamente se expropiarán temporalmente los 35,58 m2 necesarios para la conducción

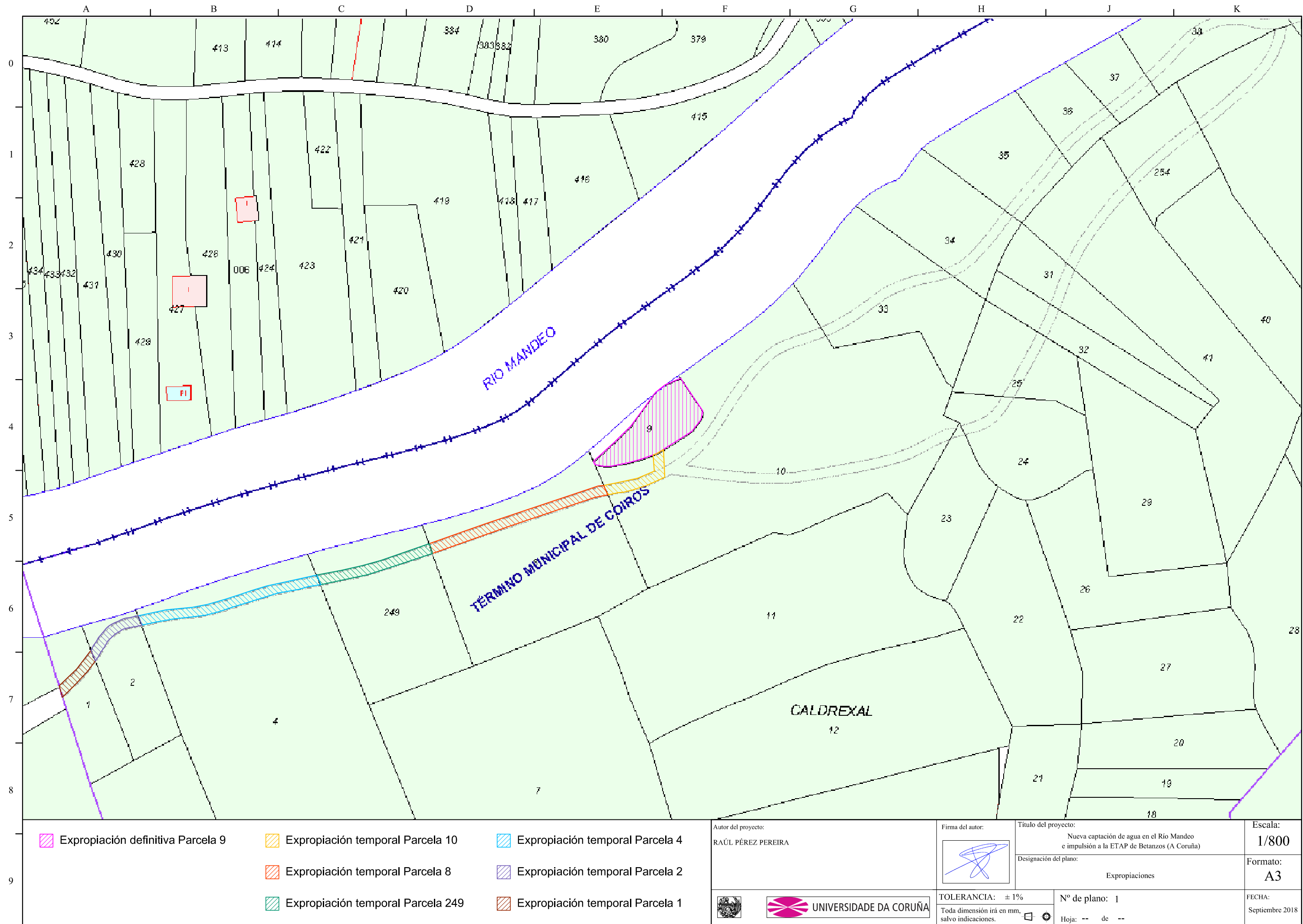
4.- PRESUPUESTO


El presupuesto final de todas las expropiaciones necesarias ascenderá a 1902,24 euros. **Mil novecientos dos euros con veinticuatro centimos.**



APENDICE





Autor del proyecto: RAÚL PÉREZ PEREIRA	Firma del autor: 	Título del proyecto: Nueva captación de agua en el Río Mandeo e impulsión a la ETAP de Betanzos (A Coruña)	Escala: 1/800
Designación del plano: Expropiaciones		Nº de plano: 1	Formato: A3
TOLERANCIA: ± 1% Toda dimensión irá en mm, salvo indicaciones.		Hoja: -- de --	FECHA: Septiembre 2018



ANEJO Nº11: SERVICIOS AFECTADOS



INDICE

1.- OBJETO

2.- SERVICIOS AFECTADOS

2.1.- Viario

2.2.- Rio Mandeo

2.3.- Redes

3.- CRITERIOS DE DISEÑO PARA MINIMIZAR LOS SERVICIOS AFECTADOS

1.- OBJETO

El objeto del presente anejo es la definición de los servicios afectados por la ejecución del proyecto.

2.- SERVICIOS AFECTADOS

2.1.-Viario

El viario que se verá afectado debido a la ejecución de las obras serán las carreteras Rúa dos Ánxeles, Rúa Poeta Manuel María, Rúa Concepción Arenal, N-651, Rúa Rosalía de Castro, Rúa Castelao, Camiño de Cal das Barras, Rúa Rollo, Rúa Cascas, Rúa Rollo, debido a las conducciones que van paralelas a estas vías.

2.2.- Rio Mandeo

La captación de agua se sitúa en la zona de servidumbre del rio, por lo que, se deberá tramitar la correspondiente Concesion de Aguas y autorización de construcción de las obras.

2.3.- Redes

Debido al carácter académico del proyecto, no se dispone de cartografía detallada sobre las redes de servicios existentes en la zona, por lo que, no se puede determinar si va a haber algún servicio afectado a mayores del viario de comunicación. Por tanto, en caso de que se produzca alguna afección, cabe esperar que sea de tipo puntual.

3.- CRITERIOS DE DISEÑO PARA MINIMIZAR LOS SERVICIOS AFECTADOS

En la elección del trazado de la conducción se ha tenido en cuenta los posibles servicios que pudieran resultar afectados, no obstante en ocasiones al no estar perfectamente localizado su trazado, una vez se ejecuten las obras y se acometa su reposición deberá de tenerse en cuenta una serie de requisitos de separación respecto al resto de servicios de tal forma que se faciliten las labores de explotación, mantenimiento, etc.

La tubería de conducción se instalará con una separación suficiente de las edificaciones para reducir, en la medida de lo posible, los daños que pudieran producirse a consecuencia de una rotura de los mismos. Igualmente se adoptarán las precauciones necesarias para evitar cualquier afección a sus cimientos. Se cumplirán como distancias mínimas a fachadas, cimentaciones y otras instalaciones subterráneas similares las siguientes:

- Para tuberías de DN< 300 mm: distancia mínima de 0,8 m , desde la generatriz exterior.
- Para tuberías de DN> 300 mm: distancia mínima = 0,35 m+1,5 DN , desde la generatriz exterior.

Con carácter general, las separaciones mínimas entre las generatrices externas de la tubería de conducción y los demás servicios instalados serán los siguientes:

SEPARACIONES ENTRE SERVICIOS (ITOHG)		
Servicio	Separación en planta (cm)	Separación en alzado (cm)
Saneamiento	100	100
Pluviales	80	30
Gas	50	50
Electricidad (AT)	30	30
Electricidad (BT)	20	20
Comunicaciones	30	30

No se instalarán nunca dos conducciones en el mismo plano vertical.

Todo tendido de líneas eléctricas de alta tensión deberá tener la preceptiva protección reglamentaria. En el caso de conducciones metálicas o de hormigón con camisa de chapa, se alejará el trazado de la conducción de las líneas eléctricas áreas de tensión superior a 15 kV por el peligro de corrosión. Por el contrario, las líneas subterráneas no suelen producir fenómenos eléctricos apreciables sobre los tubos soterrados debido a la buena calidad del aislamiento e a la vaina protectora, generalmente conectada a tierra, de la que suelen ir provistas las líneas eléctricas soterradas.

Hay que destacar que la conducción discurrirá a una profundidad mínima de 1 metro, intentando de este modo no interferir en las redes de electricidad, abastecimiento, telefonía,etc.

En el proyecto se guardan las distancias por afecciones a dominio público, hidráulico o de costas, carreteras, líneas ferroviarias y vías pecuarias, así como los condicionantes particulares de cada uno de los organismos que se vea afectado por el presente proyecto.



ANEJO Nº12: PLANEAMIENTO URBANISTICO



INDICE

1.- NORMATIVA

2.- CLASIFICACION URBANISTICA DE LAS PARCELAS

1.- NORMATIVA

En 1956 la Ley del Suelo ya señalaba que el planeamiento es "la base necesaria y fundamental de toda ordenación". Para dicha Ley, los Planes eran el centro del sistema; lo que quedó justificado con la regulación de los mismo en las Leyes urbanísticas vigentes hoy.

La importancia de los Planes radica en dos elementos. Por un lado, diseñan el modelo territorial y prevén su ejecución, es decir, prefiguran y anticipan el modelo futuro de lo que será la ciudad y de los múltiples usos de su suelo.

Aunque su mayor transcendencia radica en su incidencia sobre el derecho de propiedad. Anteriormente, la Ley del Suelo de 1956 realizó un cambio sobre tal derecho, al pasar de ser un derecho ilimitado de usar, a ser un derecho limitado en su contenido, a lo que en cada caso se determinará para cada parcela del suelo. Dicha determinación, demasiado amplia, no la puede realizar una Ley, por lo cual se utilizaron una técnica normativa que incluía una ley (varias en la actualidad: estatal o autonómica) para establecer las guías, y un conjunto de Planes, que se utilizarían para fijar la ordenación concreta y singular de cada parcela del suelo de todo el territorio nacional.

En el sistema de planes urbanísticos destacan los Planes Generales Municipales, como instrumentos de ordenación integral del término municipal correspondiente. Por ello, ya la Ley del Suelo de 1956 preveía unas Normas Complementarias y Subsidiarias del Planeamiento, que se justifican en la existencia de numerosos pequeños núcleos de población (como lo es en este caso Betanzos), que no podrían elaborar Planes Generales y en la posibilidad de ciertas lagunas de dichos planes en esa parte del territorio.

En el Concello de Betanzos, la figura que impera en cuanto a la ordenación del territorio son las Normas subsidiarias de planeamiento (descritas anteriormente), aprobadas en el año 1996.

2. CLASIFICACIÓN URBANÍSTICA DE LAS PARCELAS

-Captación:

-Parcela 9

Referencia catastral: 15027A001000090000TR

Tipo de suelo: Rústico

Uso de suelo: Agrario

-Conducción:

-Parcela 10

Referencia catastral: 15027A001000100000TO

Tipo de suelo: Rústico

Uso de suelo: Agrario

-Parcela 8

Referencia catastral: 15027A001000080000TK

Tipo de suelo: Rústico

Uso de suelo: Agrario

-Parcela 249

Referencia catastral: 15027A001002490000TA

Tipo de suelo: Rústico

Uso de suelo: Agrario

-Parcela 4

Referencia catastral: 15027A001000040000TT

Tipo de suelo: Rústico

Uso de suelo: Agrario

-Parcela 2

Referencia catastral: 15027A001000020000TP

Tipo de suelo: Rústico

Uso de suelo: Agrario

-Parcela 1

Referencia catastral: 15027A001000010000TQ

Tipo de suelo: Rústico

Uso de suelo: Agrario

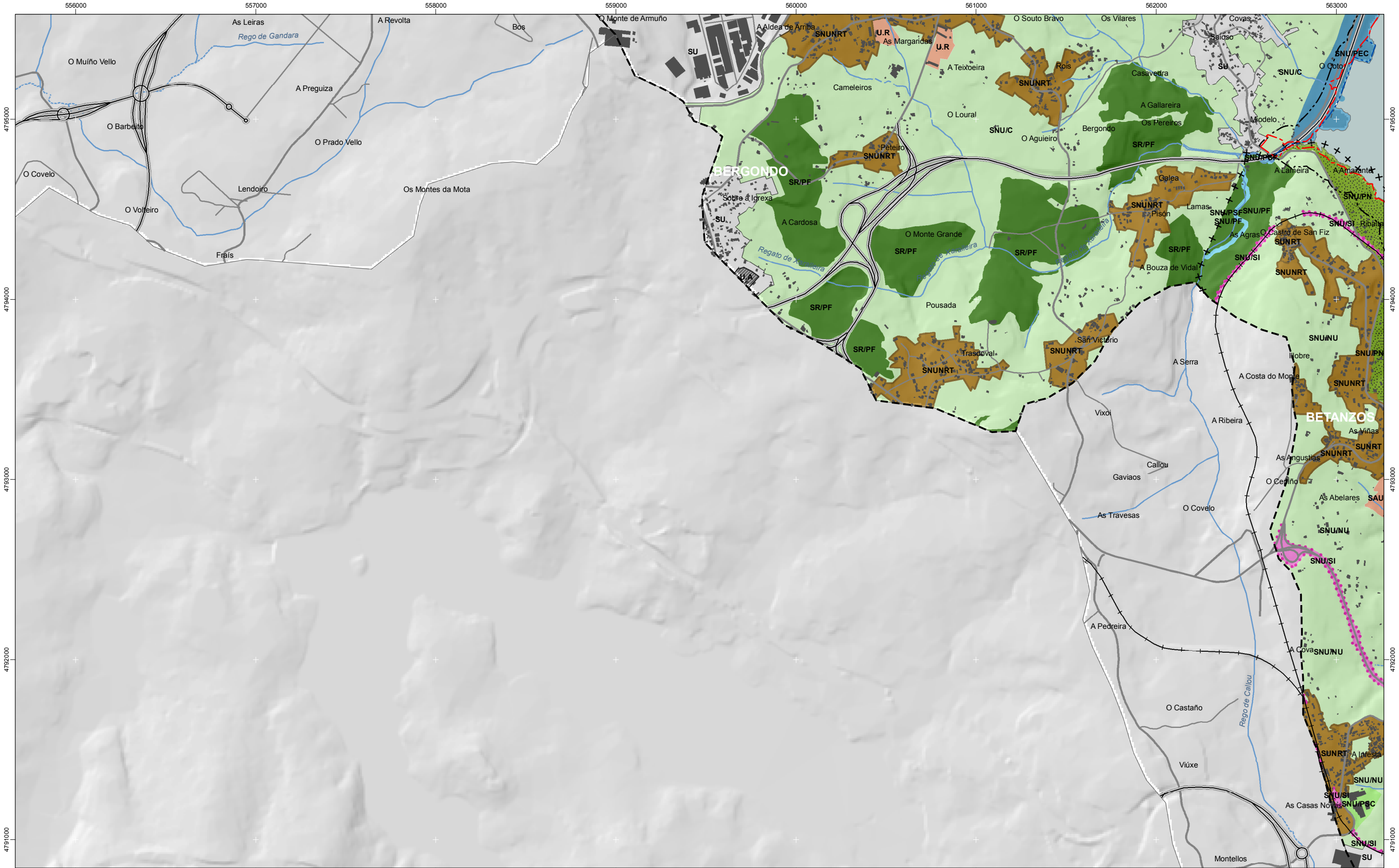


En el caso de suelo rústico las determinaciones del PXOM será de aplicación directa e inmediata, no obstante se podrá formular Planes especiales de mejora del medio rural sobre las bases de las determinaciones del presente PXOM que tendrán por finalidad alguna de las señaladas en el artículo 28 de la LSG.



APENDICES





- | | | |
|------|-------|-------|
| SUC | SRPOT | SRPC |
| SUC | SRPOT | SRPC |
| SUNC | SRPA | SRPAG |
| SUNC | SRPA | SRPAG |
| NR | SRPP | SG |
| NR | SRPP | SG |
| SUD | SRPEN | SRPAR |
| SUD | SRPEN | SRPAR |
| SUND | SRPF | |
| SUND | SRPF | |
| SRPO | SRPI | |
| | SRPI | |

- | | |
|-----|------------------------------------|
| --- | Dominio Público Marítimo Terrestre |
| --- | Dominio Público Marítimo Terrestre |
| --- | Ribeira do Mar |
| --- | Ribera de Mar |
| --- | Servidume de Protección |
| --- | Servidume de Protección |
| ++ | Límites municipais |
| ++ | Límites municipais |
| --- | Ámbito |
| --- | Ámbito |
| --- | Hidrografía |
| --- | Hidrografía |

- | | |
|-----|-------------------------|
| --- | Lámina de auga do porto |
| --- | Lámina de auga do porto |
| --- | Zona portuaria |
| --- | Zona portuaria |
| --- | Pista de aterraxe |
| --- | Pista de aterraxe |
| --- | Zona aeroportuaria |
| --- | Zona aeroportuaria |
| --- | Edificacions |
| --- | Edificaciones |

- | | |
|-----|---------------------------|
| + | Ferrocarril |
| + | Ferrocarril |
| + | AVE |
| + | AVE |
| --- | Autoestradas e autovías |
| --- | Autopistas y autovías |
| --- | Corredores e vías rápidas |
| --- | Corredores y vías rápidas |
| --- | Outras estradas |
| --- | Otras carreteras |
| --- | Pistas e camiños |
| --- | Pistas y caminos |

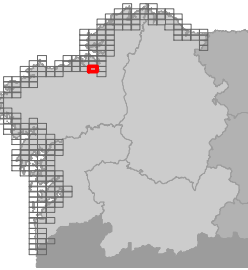
Toponimia de lugares e núcleos de poboación
Toponimia de lugares y núcleos de población
Praia
Playa
Toponimia de costa
Toponimia de costa
Toponimia de portos
Toponimia de puertos

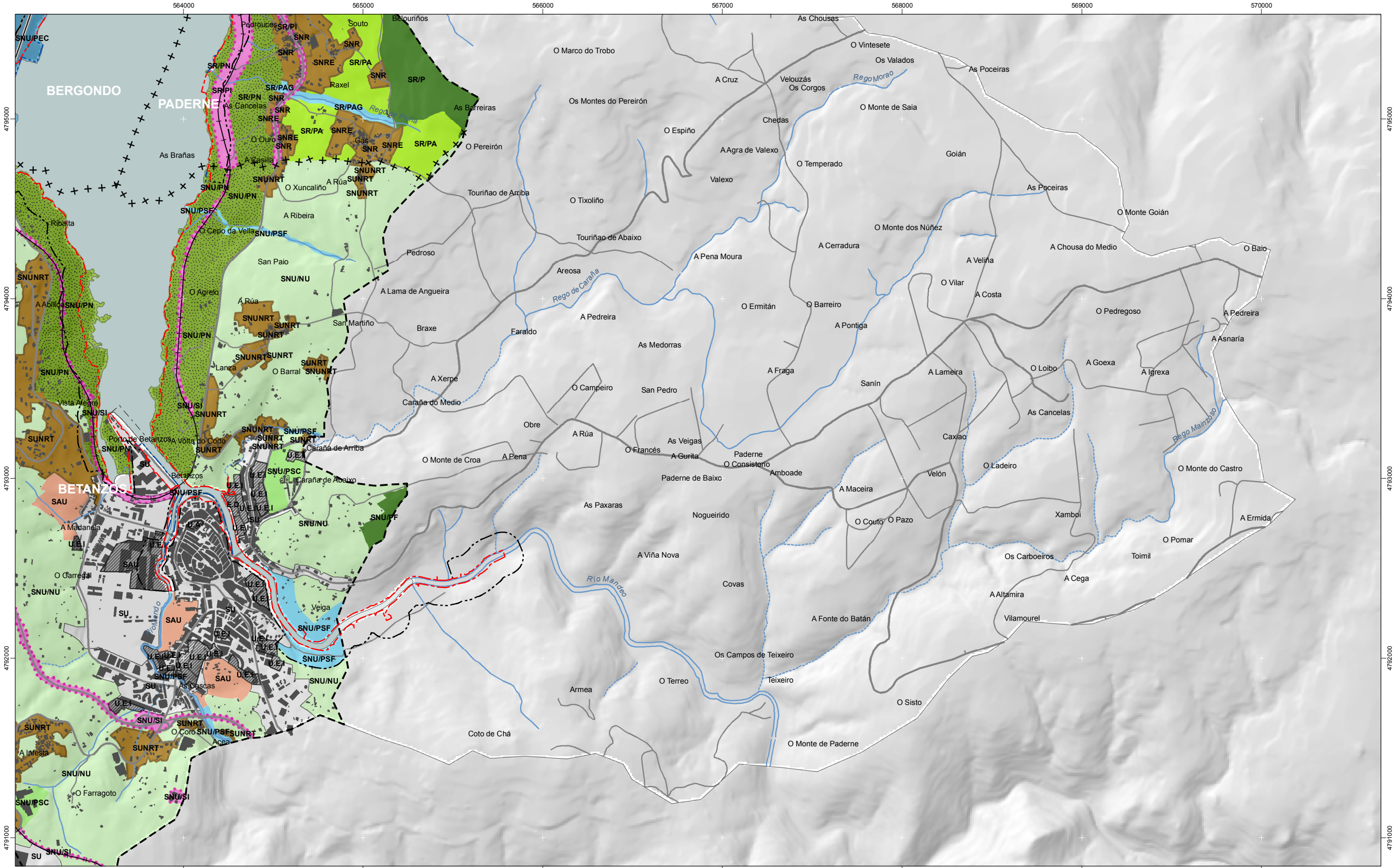
AP Definitiva
Febreiro 2011/ Febrero 2011
SÍNTESE TERRITORIAL / SÍNTESIS TERRITORIAL
Planeamento urbanístico vixente/ Planeamiento urbanístico vigente

AM12

1:20.000
0 100 200 400 600 Metros

Sistema de referencia: European Datum 1950, fuso 29
Sistema de referencia: European Datum 1950, huso 29





- | | | |
|------|-------|-------|
| SUC | SRPOT | SRPC |
| SUC | SRPOT | SRPC |
| SUNC | SRPA | SRPAG |
| SUNC | SRPA | SRPAG |
| NR | SRPP | SG |
| NR | SRPP | SG |
| SUD | SRPEN | SRPAR |
| SUD | SRPEN | SRPAR |
| SUND | SRPF | |
| SUND | SRPF | |
| SRPO | SRPI | |
| SRPO | SRPI | |

- | | |
|------------------------------------|-------------------------|
| Domínio Público Marítimo Terrestre | Lámina de auga do porto |
| Domínio Público Marítimo Terrestre | Lámina de auga do porto |
| Ribeira do Mar | Zona portuaria |
| Ribeira do Mar | Zona portuaria |
| Servidume de Protección | Pista de aterraxe |
| Servidume de Protección | Pista de aterraxe |
| Límites municipais | Zona aeroportuaria |
| Límites municipais | Zona aeroportuaria |
| Ámbito | Edificacións |
| Ámbito | Edificacións |
| Hidrografía | Hidrografía |
| Hidrografía | Hidrografía |

- | |
|-------------------------|
| Lámina de auga do porto |
| Lámina de auga do porto |
| Zona portuaria |
| Zona portuaria |
| Pista de aterraxe |
| Pista de aterraxe |
| Zona aeroportuaria |
| Zona aeroportuaria |
| Edificacións |
| Edificacións |

- | |
|---------------------------|
| Ferrocarril |
| Ferrocarril |
| AVE |
| AVE |
| Autoestradas e autovías |
| Autoestradas e autovías |
| Autopistas e autovías |
| Autopistas e autovías |
| Corredores e vías rápidas |
| Corredores e vías rápidas |
| Outras estradas |
| Outras estradas |
| Otras carreteras |
| Otras carreteras |
| Pistas e camiños |
| Pistas e camiños |

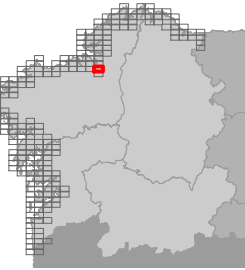
Toponimia de lugares e núcleos de poboación
Toponimia de lugares e núcleos de poboación
Praia
Playa
Toponimia de costa
Toponimia de costa
Toponimia de portos
Toponimia de portos

AP Definitiva
Febreiro 2011/ Febrero 2011
SÍNTESE TERRITORIAL / SÍNTESIS TERRITORIAL
Planeamento urbanístico vixente/ Planeamiento urbanístico vigente

AM13

1:20.000
0 100 200 400 600 Metros

Sistema de referencia: European Datum 1950, fuso 29
Sistema de referencia: European Datum 1950, fuso 29





Categorías homoxeneizadas orientativas / Categorias homogeneizadas orientativas

Toponimia de lugares e núcleos de poboación
Toponimia de lugares y núcleos de población
Praia
Playa
Toponimia de costa
Toponimia de costa
Toponimia de portos
Toponimia de puertos

AP Definitiva
Febreiro 2011/ Febrero 2011

SÍNTESE TERRITORIAL / SÍNTESIS TERRITORIAL

Planeamento urbanístico vixente / Planeamiento urbanístico vigente

 **AN13**

1:20.000

0 100 200 400 600
Metros

Sistema de referencia: European Datum 1950, fuso 29
Sistema de referencia: European Datum 1950, huso 29

